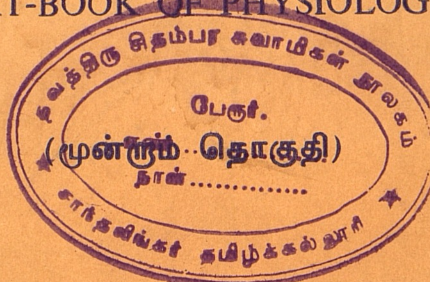
உடலியங்கியல்

(TEXT-BOOK OF PHYSIOLOGY)



(மூன்றாம் தொகுதி)

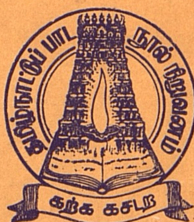
தொகுப்பாசிரியர்

கே. எம். பைகாவ்

தமிழாக்கம்

மொழிபெயர்ப்புக் குழு

மதுரை மருத்துவக் கல்லூரி, மதுரை



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த.பா.நி. (க.வெ.) வரிசை எண் — 267

உடலியங்கியல்-III

(TEXT-BOOK OF PHYSIOLOGY – III)

ஆசிரியர்

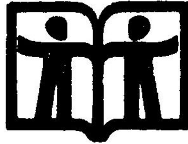
கே. எம். பைகாவ்

தமிழாக்கம்

மொழிபெயர்ப்புக் குழு

மதுரை மருத்துவக் கல்லூரி,

மதுரை.





தமிழ்நாட்டுப்

பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—March, 1972

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 267

TEXT-BOOK OF PHYSIOLOGY - III

K. M. BYKOV

Translation

Translation Cell (Madurai Medical College, Madurai)
Dr. G. Venkataswamy, B.A., M.S., D.O. (Chairman),
Dr. T. Sarojini, M.B., B.S.,
Dr. S. K. Durairaj, M.B., B.S.,
Dr. R. Sethu, M.B., B.S.

Net Price Rs. 5-50
(No discount)

This Tamil edition of 'TEXT-BOOK OF PHYSIOLOGY' is published by arrangement with M/s. Mezhdunarodnaya Kniga, Moscow.

'Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare.'

Printed by
Sri B.L.S. Press,
65/1, Arcot Road, Madras-24

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி—உள்ளாட்சித்துறை அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினேராண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.) 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித்தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத் தக்க வகையில் நடைபெற்றுவருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்து வரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், பௌதிகம், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இருவகையிலும் தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் நூல்களை வெளியிட்டுவருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்ருன 'உடலியங்கியல்-III' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 267ஆவது வெளியீடாகும். இதுவரை 302 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின், மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

பகுதி VIII

ஆற்றல் பரிமாற்றம் (ஸ்லோனிம்)

பகுதி IX

கழிவு முறைகள் (கோன்ராடி)

உடலியங்கியல்—III

பகுதி VIII

ஆற்றல் பரிமாற்றம்
(ENERGY EXCHANGE)

34. உயிரமைப்பில் ஆற்றல் பரிமாற்றம்
(Energy Exchange in the Organism)

உயிரமைப்பு வாழப் புறச் சூழலுடன் தொடர்ந்து பொருள்களைப் பரிமாறிக் கொள்ளவேண்டியிருக்கிறது. உயிரமைப்பின் அனைத்து வளர்சிதை மாற்றங்களால் உருவாகும் வேதியியல் ஆற்றல் வெப்ப, இயக்க, ஒளி, மின்வலி போன்ற ஆற்றல்களாக மாறுகின்றது.

வளர்சிதை மாற்றங்களின் பொது இயல்பும், ஆற்றல் பரிமாற்றமும், உயிரியமேற்றல், உயிரியம் குறைப்பு போன்ற மாற்றங்களினுல் இணைபிரியாது தொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ளன. இம் மாற்றங்களினுல் மிகுதியான ஆற்றலுடைய பொருள்கள் தேக்கப்பட்ட குறைவான ஆற்றலுடைய பொருள்களாக மாறுதலடையச் சிறிதளவு ஆற்றலும் வெளிப்படுகிறது.

ஆற்றல் பரிமாற்றத்தைப்பற்றிய அடிப்படைக் கோட்பாடுகளின் முதிர்ச்சி
(Development of Principal Ideas of Energy Exchange)

உயிரமைப்பில் பொருள்கள் நிலைமாறுபாடடைதலைப்பற்றிய நம் அறிவு முதிர்ச்சி, இயக்கியல், வேதியியல் ஆகியவற்றின் அடிப்படை விதிகளுடனும், ஆற்றல் இயற்பொருள் அழியாத்தன்மை விதிகளுடனும் தொடர்புடையன. இயற்பொருள், அசைவு

ஆகியவற்றின் அழியாத்தன்மை விதிகளைக் கண்டுபிடித்த லோமனோசோவ்தான் முதன்முதலில் ஆற்றல் பரிமாற்றம்பற்றிய கோட்பாடுகளை உருவாக்கினார். அவருடைய கோட்பாடுகளின்படி இயற்கையில் நிகழும் அனைத்து மாற்றங்களிலும் ஒருடல் இழப்பது மற்றொன்றுடன் சேர்கிற இயல்புடையது. ஆகவே இயற் பொருள் ஓரிடத்தில் இழக்கப்பட்டால் மற்றோர் இடத்தில் மிகுதியாகிறது. இவ்வழியா இயற்கை விதி, ஒருடல் மற்றோருடலை அசையச் செய்யும்போது, அவ்வுடலின் அசைவு



ஆன்ட்டனி இலாரன்ட் இலவாய்சியர்

ஆற்றல் குறைதலாலும் அம்மற்றோருடல் அசைவைப் பெறுவதாலும் இவ்வழியாத்தன்மை இயற்கை விதி அசைவுக்குப் பொருந்தும்.

இரும்பு இறுக்கப்படும்பொழுது, காற்றை உள்ளடக்குவதால் அது கனமாகிறது என லோமனோசோவ் கண்டார். இதன் பிறகு 1774-ல் ஒரே நேரத்தில் சுவிடனில் சிலியாலும், இங்கிலாந்தில் பிரிசுட்லியாலும், பிரான்சில் இலவாய்சியராலும் உயிரியம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. உயிரியக் கண்டுபிடிப்பின் தொடர்பாக இலவாய்சியர், அடைக்கப்பட்ட ஓரிடத்தில் நிலக்கரி

எரிக்கப்பட்டால் அல்லது ஒரு விலங்கு உயிர்த்தால் அவ்விடத்திலிருக்கும் உயிரியம் குறைகிறதெனவும் கரிஈருயிரியத்தின் அளவு மிகுதியாகிறதெனவும் காட்டினர்.

இதன் பின்னர் இலவாய்சியரும் லேப்லேசும் இணைந்து, அவர்கள் உருவாக்கிய 'கனல் அளவையில்' முதல் ஆய்வுகளை நிகழ்த்தினர். இவ்வாய்வுகளினால் கினி - பன்றி உயிர்த்தலினாலும், நிலக்கரியை எரிப்பதாலும் உண்டாகும் 'கனல்' (உயிர்த்தலினாலும், எரிப்பதனாலும் ஒரே அளவு வெளிப்பட்டால் உண்டாகும் கனல்) ஏறக்குறைய ஒரே அளவாகும் என நிறுவினார்கள். கரிப்பொருள் எரிக்கப்படுவதால் இலவாய்சியர் 'மெல்ல எரிவதே உயிர்த்தல்' என்ற கோட்பாட்டை மொழிந்தார்.

இலவாய்சியரால் கரிஈருயிரி வெளிப்படுவதற்கும், கனல் உருவாவதற்கும் இடையிலுள்ள தொடர்பு நிறுவப்பட்டதால் தேர்ந்தாய்வுகள் பலவற்றின் முறைகள் மாற்றமடைந்தன. இத் தொடர்பு மனிதருக்கும் விலங்குகளுக்கும் பொருந்துமெனவும் அறியப்பட்டன.

ரெக்னால்ட், ரெசிட் (1849) ஆகியோரின் தொடர்ந்த ஆய்வுகளால் விலங்குகள் உட்கொள்ளும் உயிரியத்திற்கும், வெளிவிடும் கரிஈருயிரியத்திற்கும் நிலையான தொடர்பிருப்பதை யறிந்தனர். அவர்களும் வளிமாற்றங்களைப்பற்றி ஆய அடிப்படை முறைகளை உருவாக்கினார்கள்.

பாசுட்டினவாலும் (1883) பின்னர் அவரது மாணவர் இலிக்காசோவாலும் உருவாக்கப்பட்ட 'பெரிய விலங்குகளுக்கும் மனிதருக்கும் ஏற்ற கனல்அளவை' ஒரு பெரிய கண்டுபிடிப்பாகும். பாசுட்டினவாலும் இலிக்காசோவாலும் செய்யப்பட்ட தேர்ந்தாய்வுகளினால் உடல் உட்கொள்ளும் உயிரியம் உருவாகி வெளிவரும் கரிஈருயிரியம், உயிரமைப்பிலிருந்து வெளிப்படும் கனல் அளவு ஆகியன ஒன்றையொன்று சார்ந்திருப்பது கண்டறியப்பட்டது. இதனால் உடலில் நிகழும் வேதியியல் மாறுபாடுகளை அளக்க வெளிப்படும் கனலின் அளவை அல்லது வளிமாற்றத்தினளவைப் பயன்படுத்தும் ஒழுங்கு முறையை உருவாக்கினார்கள். இலிக்காசோவின் ஆய்வு முடிவுகள் 1893-ல் உரோமில் நடந்த உலக மருத்துவக் கழகக் கூட்டத்தில் வெளியிடப்பட்டன. இம்முடிவுகள் முதன்முறையாக வளிமாற்றங்கட்கும், கனல் உருவாவதற்கும் இடையே தொடர்பிருப்பதையும், இயக்கியல், வேதியியல் ஆகியவற்றின் அடிப்படை விதிகள் மனிதரில் நிகழும் வளர்சிதை மாற்றங்களுக்கும், ஆற்றல்

பரிமாற்றத்திற்கும் பொருந்துமென்பதையும் உறுதிப்படுத்தின. இவ் வாய்வுகள், உயிரியல் இயற்பொருள் விதிமுறைகள் முதிர்ச்சியடைய மிகவும் இன்றியமையாதன.

செக்கனேவின் குருதியிலிருக்கும் வளிகளைப்பற்றிய ஆய்வும் பின்னர் மனிதருள் நிகழும் வளிமாற்றங்களைப்பற்றிய ஆய்வுகளும் இன்றியமையாதனவாகும். வளர்சிதை மாற்றங்களைப்பற்றிய கருத்துகள், வளர்சிதை மாற்றங்களின் அளவு நிலையானது என்ற கொள்கையில் தொடங்கி 150 ஆண்டுகளாக வளர்ந்தன. இக் கருத்துகளின்படி வளர்சிதை மாற்றங்கள் உடல் பணியாற்று வதாலும், உணவு உட்கொள்வதாலும் அதன் தொடர்பான செரிக்கும் நீர் சுரத்தலினுலும், புறச்சூழலின் வெப்ப நிலைகளால் வயப்படுத்தப்படுவதனுலும் மட்டுமே மாறுபாடடைகின்றன. சுருங்கக்கூறின் 19ஆம் நூற்ருண்டு உடலியங்கியல்படி ஒவ்வொரு நிலையிலும் நிகழும் உயிர்மச் செயல்களுக்கான ஆற்றலைப் பொறுத்தே உடலின் வளர்சிதை மாற்றங்களின் பொது அளவு உள்ளது.

உடல் புறச்சூழலின் நிலை (சான்ருக வெப்பம்) மாற்றமடைந்த உணவு ஊட்டநிலை ஆகியவற்றிற்கேற்பத் தன்னைச் சரிப்படுத்திக் கொள்ளும்போது ஏற்படும் பல்வேறு மாற்றங்களை இக் கருத்து களைக்கொண்டு விளக்க இயலாது. வளர்சிதை மாற்றங்களைப் பற்றிய இக் குறைந்த கருத்துகளைமட்டுமே அறிந்திருந்த பாவுலோவிற்கு முன்னிருந்த தேர்ந்தாய்வாளர்களால் வளர்சிதை மாற்றங்களைக் கட்டுப்படுத்தும் விதிகட்கு இடையேயும் உடல் முதிர்ச்சியை ஆளும் விதிகட்கு இடையேயும் தொடர்பை ஏற்படுத்த இயவில்லை.

சுற்றுப்புறச்சூழலுடன் தொடர்புள்ள உயிரமைப்பின் இயற்கையான வளர்சிதை மாற்றங்களின் ஆய்வுகள் அடங்கிய பாவுலோவின் உடலியங்கியலினுல்தான் உணவு ஊட்டம், விளையாட்டு, வெட்பதட்பநிலை போன்ற காரணிகள் உயிரமைப் பின் வளர்சிதை மாற்றங்களில் நிகழ்த்தும் மாறுபாடுகளையும், அதனுல் மாறுபடும் ஆற்றலைப்பற்றியும் அறிய இயன்றது. வளர்சிதை மாற்றங்களுக்கு, (வளிமாற்றங்கள், மாவுப் பொருள்கள், புரதம் வளர்சிதை மாற்றங்கட்கு) பழக்கப்படுத்தப் பட்ட மறுவினைகள் உருவாக இயலும். இதனுல் உயிரமைப்பின் உயிர்மச் செயல்களைப் புற அல்லது அகச் சூழலின் செயலியைப் பொறுத்திருக்கிற வளர்சிதை மாற்றங்கள் பிரதிபலிக்கும் என்ற உண்மை உறுதிப்படுத்தப்பட்டது. வளர்சிதை வினைமாற்றும் பிறப்பால் தோன்றிய மறுவினைகளுடன் காலத்தால் தொடர்

புடைய செயலிகளும் இம்மறு வினைகளின் விளைவுகளை உருவாக்கும் இயல்புடையன. மனிதரிலும், விலங்குகளிலும் நிகழும் வளர்சிதை மாற்றங்களைப்பற்றிய ஆய்வுகளினால் உயிரமைப்பில் நிகழும் அனைத்து வேதியியல் மாற்றங்களாலேயே உடல் சுற்றியுள்ள சூழ்நிலையுடன் சமநிலை அடைகிறதென நிறுவப்பட்டது. இவ்வுண்மை பாவுலோவின் கருத்துகளையும் மிச்சுரினின் உயிரியல் விதிமுறைகளையும் இணைக்கின்றது. இவ்விரு கோட்பாடுகளும் புறச்சூழலுடன் உயிரமைப்பின் தொடர்பிற்கு வளர்சிதை மாற்றங்கள் இன்றியமையாதனவென வற்புறுத்துகின்றன. ஆகவே வளர்சிதை மாற்றங்கள் உயிரமைப்புப் புறச்சூழலுடன் தொடர்புகொள்ள இன்றியமையாத காரணியாகும்.

உடல் வெளிப்படுத்தும் ஆற்றலைப்பற்றிய ஆய்வுகள் (Studying the Energy Output in the Body)

உடலில் வெளிப்படும் ஆற்றலின் மொத்த அளவினை உடல் வெளியிடும் கனலின் அளவினைக் கண்டுபிடிப்பதன்மூலம் கூர்மையாகக் கணக்கிடவியலும். (ஒரு பெரிய கலோரி அல்லது 1000 சிறு கலோரிகள் 427 கிலோ கிராம் இயக்கப்பணிக்கு ஒக்கும்.)

உடலில் ஆற்றல் நிலைமாற்றத்தில் சிக்கலானதாகும். அனைத்து ஆற்றலும் உடனடியாகக் கனல் ஆற்றலாக மாற்றப்படுவதில்லை. தசைச் சுருக்கங்களின்போது வெளிப்படும் ஆற்றலில் 20 முதல் 25 விழுக்காடு இயக்கப்பணியாகவும் சிறிதளவு மின் வலியாகவும் நிலைமாற்றப்படுகிறது. உயிரமைப்பில் நடைபெறும் அனைத்துப் பணிகளுக்கான ஆற்றலும் காலப்போக்கில் வெப்ப ஆற்றலாக நிலைமாறுகிறது. சான்றாக இதயப்பணிகள் குருதி ஓட்டத்தின் உள்நிலை ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டுக் குருதிக் குழாய்களின் உராய்வு வலியை குருதிக் குழைம நிலையின் வலியையும் எதிர்க்கும் கனல் ஆற்றலாகச் செலவிடப்படுகிறது. பளுவைத் தூக்கும்போது தவிர தசைகளின் மற்றப் பணிகளின் ஆற்றல் முழுமையும் கனலாக மாறுதலடைகிறது. பளுவைத் தூக்கும்போது தசைகளின் உள்நிலை ஆற்றல் பளுவின் ஆற்றலாக மாற்றமடைகிறது. குறிப்பிட்ட பளு பழைய நிலையை நோக்கிவிழும்போது அவ்வாற்றல் முழுவதும் கனலாக மாற்றமடைகிறது.

உயிரமைப்பில் வெளிப்படும் ஆற்றலில் ஒரு பகுதி தனிப் பொருள்களிலிருந்து கூட்டுப் பொருள்களை உருவாக்கும் (சான்றாக லேக்டிக் அமிலத்திலிருந்து கிளைக்கோசின்) இயல்மாறுபாடுகளுக்காக வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாற்றல்

அழியாமல் வேதியியல் ஆற்றலாகத் தேக்கப்படுகிறது. ஆகவே, மொத்த ஆற்றலைக் கணக்கிடும்போது அக வெப்பஇயல் மாறு பாடுகளுக்காகப் பயன்படும் ஆற்றலைச் சேர்த்துக் கொள்ளப் படுவதில்லை.

உடல் வெளியிடும் வெப்ப அளவு அது வெளிப்படுத்தும் ஆற்றலின் அளவைத் துல்லியமாகக் காட்டுகிறது. ஓர் இயல் மாறுபாட்டின்போது வெளிப்படும் கனலை அறிவது கனல் அளத்தல் என்றழைக்கப்படும். உடல் வெளிப்படுத்தும் கனலை நேரடியாக அளக்க விலங்கு கனல் அளவையினுள் வைக்கப்படு கிறது. காற்றுப்புகாமல் அடைக்கப்பட்டுள்ள கனல் அளவையின் இரு சுவர்கட்கிடையேயும் நீர் சுற்றிக் கொண்டிருக்கும். கனல் வெளியேறுதிருக்கும்பொருட்டு அளவையின் வெளிச்சுவர் பாதுகாக்கப் பட்டிருக்கிறது. மனிதன் அல்லது விலங்கிலிருந்து வெளிப்படும் கனல் அளவையின் சுவர்கட்கிடையே சுற்றிக் கொண்டிருக்கும் நீருக்குப் பரப்பப்படுகிறது. நீரின் அளவையில் உயரும் அதன் வெப்பத்தின் அளவையும் அறிய இயலுமாதலால் வெளிப்படுத்தப்பட்ட கனலின் அளவைக் கணக்கிட முடியும். மனிதருக்கான முதல் கனல் அளவை இலிக்காசோவால் பாசுட்டின் ஆய்வுக்கூடத்தில் உருவாக்கப்பட்டதைப்பற்றி முன்னரே கூறப் பட்டது. இவ்வமைப்பில் மனிதர் அமரலாம் அல்லது படுத்துக் கொள்ளலாம். பெரிய கனல் அளவை அமெரிக்கத் தேர்ந்தாய் வாளர்களான அட்வாட்டராலும், பெனிடிக்டாலும் உருவாக்கப் பட்டுள்ளது. இவர்களின் தேர்ந்தாய்வுகள் இலிக்காசோவின் அடிப்படை முடிவுகளை உறுதிப்படுத்துகின்றன.

சிக்கல் வாய்ந்ததும் பெரிதுமான தற்காலக் கனல் அளவை களிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறுதிருக்கப் பல முன்னேற்பாடுகள் செய்யவேண்டியிருக்கிறது. இருந்தபோதிலும் இக்கனல் அளவை களின்மூலம் உடல் வெளிப்படுத்தும் கனலைத் துல்லியமாக அளக்க இதைக்கொண்டு உயிரமைப்பு உட்கொண்ட உயிரியத்தினுல் உருவாகும் கரிஈருயிரியத்தையும் உட்கொள்ளப்பட்ட உணவின் கனல் அளவையும் பொறுத்து உயிரமைப்பு வெளியிடும் ஆற்றலின் அளவினை ஒப்பிட இயலும்.

அட்டவணை 14-ல் இவற்றின் சில அளவுகள் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. நேரடிக் கனல் அளவைமூலமாகவும் வளிமாற்றங் களின் மூலமாகவும் செய்யப்பட்ட ஆற்றலைப்பற்றிய ஆய்வின் முடிவுகள் ஒத்திருப்பதால், கனல் அளவை ஆற்றலை அளப்பதற்கு ஓரளவு விலை மிகுந்ததாகவும் தொல்லை நிறைந்ததாகவும் கருதப் பட்டது. ஆகவே இந்நாளில் வளிமாற்றங்களைப்பற்றிய ஆய்வுகள்,

அட்டவணை 14

மனிதரில் 24 மணி நேரத்தில் உட்கொள்ளப்பட்ட, வெளியேற்றப்பட்ட ஆற்றலின் அளவு

[Energy intake and output (Studied with aid of Calorimeter) in Man in 24 hours]

உட்கொள்ளப்பட்ட ஆற்றல் (Energy intake)		வெளிப்படுத்தப்பட்ட ஆற்றல் (Energy output)	
உட்கொள்ள உணவு (கிராமில்)	பெரிய கலோரிகள்	கனல் உருவாகும்வழிகள்	பெரிய கலோரிகள்
புரதம் 56·8	237	உடலின் வெளிப் பரப்பிலிருந்து வெளிப்பட்ட வெப்பம்	1374
கொழுப்பு 137	1307	வெளி உயிர்ப்புக் காற்றில் வெளிப் பட்ட வெப்பம்	43
மாவுப் பொருள்கள் 79·9	335	சிறுநீருடனும், மலத்துடனும் வெளிப்படுத்தப் பட்ட வெப்பம்	23
		நுரையீரல்களின் வழியாக ஆவி யாதலால் இழக் கப்படும் வெப்பம்	181
		தோலிலிருந்து நீர் ஆவியாதலால் இழக்கப்படும் வெப்பம்	227
		பிற வழிகளில்	11
மொத்தம்	1879	மொத்தம்	1859

அஃதாவது சுருதி விளக்கும் கனல் அளவைமுறை பயன்படுத்தப் படுகிறது. உணவுப்பொருள்களின் கனல் அளவுபற்றிய ஆய்வுகள் சுருதி விளக்கும் கனல் அளவை முறைக்கோட்பாடுகள் வளர்ச்சியடைய இன்றியமையாததாயிற்று.

1873-ல் ருசிய உடலியக்கியலாளர் தானிலெவ்சுகி வெப்ப வேதியியல் முறைகளால் உணவுப்பொருள்கள் எரிக்கப்படும் பொழுது உருவாகும் கனலின் பல்வேறு அளவுகளைக் கண்டுபிடித் தார். இவ்வாய்வுகள் தொடர்ந்து செர்மன் உடலியங்கியலாளர், ரப்னுராலும் அமெரிக்க உடலியங்கியலாளர் பெனிடிக்டாலும் விரிவாகச் செய்யப்பட்டன.

பீட்டர்சுபெர்க் கல்விஇயலாளன் கெசு இயற்றிய ஆற்றல் அழியாத்தன்மை விதி ஒரு வேதியியல் மாறுபாட்டால் உருவாகும் மொத்த அளவு இயல்மாறுபாட்டின் நிகழ்முறையைச் சார்ந்திருப் பதில்லை என இயம்புகிறது. சான்றாக, ஒரு கிராம் சர்க்கரை முழுவதுமாக உயிரியமேற்பட்டு கரிஈருயிரியை, நீர் உருவா வதலினால் வெளிப்படும் ஆற்றலின் அளவு எரித்தாலும், நொதி களால் உயிரியமேற்றப்பட்டாலும் ஒன்றேயாகும். உணவுப் பொருள்களை உடலுக்கு வெளியே எரிப்பதன்மூலம் உடலுக்குள் அதே அளவு உணவுப்பொருள்கள் உயிரியமேற்றப்படும்போது ஏற்படும் ஆற்றலின் அளவைக் காணமுடியும். உணவின் எடை (நிலையான உடல் எடையில்) தன்வயமான ஒவ்வொரு கிராம் உணவின் கனல் அளவையும் தெரிவதால் விலங்குகளிலும், மனிதரிலும் வெளிப்படுத்தப்படும் ஆற்றலின் அளவைக் கணக்கிட இயலும்.

உணவுப்பொருள்களின் கனல் அளவினை, பெர்த்தோ லெட்டின் எரிகனல் அளவையின்மூலம் கண்டுபிடிக்க இயலும். காற்றுப்புகாமல் அடைக்கப்பட்டுள்ள இவ்வெரிகனல் அளவை உயிரியத்தால் நிறைக்கப்பட்டு நீரில் ஆழ்த்தப்பட்டுள்ளது. துல்லியமாக எடையிடப்பட்ட உணவு எரிகனல் அளவைக்குள் வைக்கப்பட்டு, மின்வலி தீப்பொறிமூலம் எரிக்கப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட உணவு எரிக்கப்பட்டதனால் நீராகவும் கரிஈருயிரிய மாகவும் மாறியதால் உருவான கனலின் அளவை நீரின் வெப்பத்தை அளப்பதன்மூலம் அறியலாம். சான்றாக, ஒரு கிராம் மாவுப் பொருளை எரித்தலால் 4000கிராம் நீரின் வெப்பம் 15லிருந்து 16·025°C ஆக உயர்ந்தால் ஒரு கிராம் மாவுப்பொருள் எரிவதால் உண்டாகும் கனலின் அளவு$=4000\times(16\cdot025-15)=4000\times1\cdot025=4100$ கலோரிகள் அல்லது 4·1 பெரிய கலோரிகள்.

உடலிலும் எரிகனல் அளவையிலும் கொழுப்புகளும் மாவுப் பொருள்களும் உயிரியமேற்றப்படும்போது கரி ஈருயிரிமை யாகவும், நீராகவும் மாறுகின்றன. இம்மாற்றங்கள் புரத மாற்றங்களின்போது சிறுநீருப்பு உருவாவதால், அவைகளி லிருந்து மாறுபட்டதாகும். சிறுநீர் உப்பு தொடர்ந்து உயிரிய மேற்றப்படுவதினால் அவிவளி, கரிஈருயிரிமை நீர் ஆகியவையாக மாறும்போது சிறிதளவு கனல் வெளிப்படுகின்றது. உடலில் ஒரு கிராம் புரதம் உயிரியமேற்றப்படும்போது உருவாகும் கனலின் அளவினைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டால் கணக்கிடலாம். ஒரு கிராம் புரதம் உடலில் உயிரியமேற்றப்படும் பொழுது உருவாகும் சிறுநீருப்பு வெளிப்படுத்தும் கனலின் அளவை, எரிகனல் அளவையில் ஒருகிராம் புரதம் எரிக்கப்படும்பொழுது தோன்றும் கனலின் அளவிலிருந்து கழிக்கப்படவேண்டும். ஒரு கிராம் புரதம் உடலில் எரிக்கப்படும்பொழுது உருவான சிறுநீருப்பு 1·8 பெரிய கலோரிகள் கனலை வெளிப்படுத்துவதால் இதை உடலில் 1 கிராம் புரதம் எரிக்கப்படும்பொழுது உருவாகும் கனலைக் கணக்கிட எரிகனல் அளவையில் முழுதுமாக எரிக்கப் பட்ட புரதத்தின் அளவிலிருந்து கழிக்கவேண்டும்.

வெண்ணெய், மாட்டுக்கொழுப்பு, காய்கள், விலங்குப் புரதங்கள் போன்ற பல்வேறு சத்து உணவுப் பொருள்கள் வெளிப்படுத்தும் கனல் அளவுகள் மாறுபடுகின்றன. பல்வேறு உணவுகளின் கனல் அளவினை அறிவதன்மூலம் தேவையான பொருள்களை மதிப்பீடு செய்ய இயலும். அட்டவணை 15-ல் சில உணவுப்பொருள்களின் கனல் அளவு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

உட்கொள்ளப்பட்ட உணவிலுள்ள ஏறக்குறைய 98 விழுக் காடு மாவுப்பொருள்களும் 92 விழுக்காடு புரதங்களும் 95 விழுக்காடு கொழுப்பும் உடலில் தன்மயமாக்கப்படுகின்றன. உணவுப்பொருள்கள் எரிவதால் மாவுப்பொருள்களிலும் புரதங் களிலுமிருந்து தனித்தனியாக 4·4 பெரிய கலோரிகள் கனலும் கொழுப்பிலிருந்து 9 கலோரிகள் கனலும் உருவாகின்றன. குறிப் பிட்ட காலத்தில் உட்கொள்ளப்பட்ட புரதம், மாவுப்பொருள், கொழுப்புகள் ஆகியவற்றின் அளவு தெரிந்தால் அதே காலத்தில் செலவழிக்கப்பட்ட ஆற்றலின் அளவினை மதிப்பிட இயலும். இதைக் கணக்கிட உட்கொள்ளப்பட்ட புரதங்களையும், மாவுப்பொருள்களையும் 4ஆலும், கொழுப்புப் பொருள்களை 9ஆலும் பெருக்கவேண்டும்.

இம்முறையில் உடலின் மொத்த ஆற்றலை மதிப்பிடுவது உணவுப் பங்கீட்டுப்படி என்றழைக்கப்படும். எக்கருவியும் தேவை

அட்டவணை 15

ஒரு கிராம் உணவுகள் எரிக்கப்படும்பொழுது உருவான கனல்
(Heat Produced by Combustion of one Gram of Foods)

பொருள்கள்	கனல் அளவு பெரிய கலோரிகளில் (Heat in largecalories)
குளுக்கோசு ...	3·75
சேக்கரோசு ...	4·0
மாவுப் பொருள் ...	4·1
பன்றிக் கொழுப்பு ...	9·5
மாட்டிறைச்சிக் கொழுப்பு ...	9·5
வெண்ணெய் ...	9·2
கேசின் ...	5·7
முட்டையின் வெள்ளை ...	5·7
தசைகள் ...	5·7
மது ...	7·7

யற்ற இம்முறையில் உட்கொள்ளப்பட்ட உணவின் அளவு கணக்கிடப்பட்டு அவைகளின் கனல் அளவுகள் அட்டவணைகளிலிருந்து கண்டறியப்படுகின்றன. உணவுடன் உட்கொள்ளப்பட்ட சத்துப் பொருள்களை உடல் சேமித்துவைக்கும் அல்லது மாருக முன்னரே உடலில் சேமிக்கப்பட்ட உணவுகளைப் பயன்படுத்தும் இயல்புடையதாதலால் ஆற்றலை இம்முறைகளால் துல்லியமாகக் கணக்கிட இயலாது. குறைந்த கால அளவுகளில் வெளிப்படுத்தப்படும் ஆற்றலைக் கணக்கிட இயலாமையும் உணவுப் பங்கீட்டுப்படியைக் கணக்கிட இயலாமையும் இம்முறைகளின் பிற குறைபாடுகளாகும். இம்முறைகளினுல் ஆய்வுக்குட்படுபவர் களின் அன்ருடக் கடமைகள், பாதிக்கப்படாமையும் அவர்களின் இயற்கை நிலைகளிலேயே கணக்கிடப்படுவதும் இம்முறையின் மறுக்க இயலா நன்மைகளாகும். எனவே உணவுப் பங்கீட்டு முறை மனிதரின் பொதுக் கனல் அளவுப் பங்கீட்டிற்குப் பயன்படுத்தப்

படுகிறது. ஆய்வுக்குட்பட்ட மக்களின் தொகையைப் பொறுத்தும் தேர்ந்தாய்வுகளின் கால நீட்டிப்பைப் பொறுத்தும் இம்முறைகளின் முடிவுகள் துல்லியமாகும். தனித்த மக்கட் குழுக்கள், தனித்த தொழிலையுடையோர், ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட உணவுகளை உட்கொண்டு கட்டுப்பாடுள்ள நிலையங்களில் வதிவோர் ஆகியோருக்குத் தேவையான ஆற்றலின் அளவைக் கண்டறியவும் அதன்மூலம் அவர்களின் உடல் எடையை நிலை நிறுத்தவும் தேவையான உணவுக் கட்டுப்பாட்டிற்கு இம்முறை பயன்படும்.

வெளிப்படும் ஆற்றலைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படும் வளிப்பரிமாற்ற முறையைப்பற்றிய ஆய்வு (Studying Gaseous Exchange as a Method of Determining Energy Output)

உடலிலிருந்து வெளிப்படும் கனல், உருவாகும் கரிசருயிரியை, உட்கொள்ளப்படும் உயிரியம் ஆகியவற்றிற்கிடையே நிறையத் தொடர்புகள் இருப்பதால் வளிப்பரிமாற்ற ஆய்வுகளின் புள்ளியல்களைக் கொண்டு வெளிப்படும் ஆற்றலின் அளவைக் கலோரிகளில் கண்டுபிடிக்க இயலும். எளிதாகவும் கருவிகள் சிக்கலில்லாததாகவும் விரைவாக முடிவுகளைப்பெற உதவுவதாகவும் இருப்பதால் இம்முறை மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

பொது வளர்சிதை மாற்றத் தேர்ந்தாய்வுக்குச் செலவழியும் ஆற்றலின் மொத்த அளவைக் கண்டுபிடிப்பதுடன் குறிப்பிட்ட காலத்தில் உடலில் உயிரியமேற்றலினால் என்னென்ன பொருள்கள் மாற்றமடைந்தன என்பதைப்பற்றி அறிவது இன்றியமையாததாகும். உடலில் புரதங்கள், கொழுப்புகள், மாவுப் பொருள்கள் ஆகியன வெவ்வேறு அளவில் உயிரியமேற்றப்படுகின்றன. மொத்த வளர்சிதை மாற்றங்களில் புரதத்தின் பகுதியைப்பற்றி அறியச் சிறுநீருடன் விலக்கப்பட்ட அவியத்தின் அளவைக் கண்டறியவேண்டும். புரதங்கள் 16 விழுக்காடு அவியத்தை (Nitrogen) உள்ளடக்குவதால் புரதத்தின் அளவு கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டிற்குச் சமமாகும்.

$$\frac{அ}{பு}=\frac{16}{100};\quad பு=\frac{100}{16}அ=6\ 25\ அ.$$

இதில் 'அ' சிறுநீருடன் விலக்கப்பட்ட அவியத்தின் அளவையும் 'பு' தெரியவேண்டிய உயிரமைப்பின் வளர்சிதை மாற்றங்களுக்கு உட்படும் புரதத்தின் இந்த அளவை 1·4-

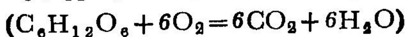
ஆல் பெருக்குவதால் உயிரமைப்பில் புரதம் சிதைவதால் வெளிப்படும் ஆற்றலை எளிதாகக் கணக்கிடலாம். மொத்த ஆற்றலை அறியப் பயன்படும் ஆய்வுகளுக்காகச் சிறுநீருடன் விலக்கப்படும் அவியத்தின் அளவைக் கண்டறிய வேண்டுவதில்லை. கனல் அளவையில் ஒவ்வொரு வகையான உணவுகளை எரிப்பதனுல் உருவாகும் கனலைப்பற்றி ஆய்ந்ததன்மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு பயன்படும் உயிரிய அளவும் உருவாகும் கரிஈருயிரியமும் குறிப்பிட்ட கலோரிக் கனலை உருவாக்குகின்றன என்பது தெரிந்தது. பொருள்களின் ஒழுங்கான சேர்க்கையை அறிய இயலுமாதலால் அப்பொருள் முழுதுமாக உயிரியமேற்றலினுல் கரிஈருயிரியையாகவும், நீராகவும் மாற்றத் தேவையான உயிரியத்தைக் கண்டறிய இயலும். சான்ருக, ஒரு கிராம் அணுத்திரள் (one gram molecule) குளுகோசு 180 கிராம் எடையுள்ளது. இதற்குத் தேவையான 6 கிராம் அணுத்திரள் உயிரியம் $6 \times 22 \cdot 4 = 134 \cdot 4$ லிட்டர்கள் (760 மி.மீ. அழுத்தநிலையிலும் 0°C வெப்பநிலையிலும் - At 0°C and 760 mms pressure) கொள்ளளவு உடையது. ஒரு கிராம் குளுகோசு உயிரியமேற்றப்படும்போது 3·75 பெரிய கலோரிகள் கனல் வெளிப்படுவதால் 134·4 லிட்டர்கள் உயிரியத்தால் உயிரியமேற்றப்பட்ட 180 கிராம் குளுகோசிலிருந்து $180 \times 3 \cdot 75 = 675$ பெரிய கலோரிகள் கனல் வெளிப்படும். இதிலிருந்து ஒரு லிட்டர் உயிரியம் பயன்பட்டதால் 675 : 134·4 ஏறக்குறைய 5 பெரிய கலோரிகள் கனல் வெளிப்படுகிறது. இம்முறையால் உட்கொள்ளப்படும் உயிரியம் உருவாக்கும் 'உயிரியக்கனல் அளவை' (Caloric Value of Oxygen) அஃதாவது, ஒவ்வொரு லிட்டர் உயிரியம் உட்கொள்ளப்பட்டதால் நீராகவும், கரிஈருயிரியமாகவும் பொருள் மாற்றமடைந்தபோது வெளிப்பட்ட கனலின் அளவை அறியலாம். இவ்வுயிரிய அளவு பெரிய கலோரிகளில் மாவுப் பொருள்களுக்கு 5·0ம், கொழுப்புகளுக்கு 4·7ம் புரதங்களுக்கு 485ம் ஆகும்.

உயிரியக் கனல் அளவினை உயிரமைப்பு உட்கொண்ட உயிரியத்தின் அளவை அறிவதன்மூலம் தெரிய இயலுமாதலால் வெளிப்படுத்தப்படும் ஆற்றலின் அளவை மதிப்பிட இயலும். இதனுல் வளிப்பரிமாற்றங்களைக் கண்டறிவதன் மூலம், வெளிப்படும் ஆற்றலின் அளவைத் துல்லியமாக அறிய இயலும்.

ஒரு பொருளின் வேதியியல் அமைப்பை அறிவதன்மூலம் ஒரு லிட்டர் உயிரியம் எவ்வளவு பொருளை உயிரியமேற்ற இயலும் என்பதைக் கண்டறிய இயலும். ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளை உயிரியமேற்றத் தேவையான உயிரிய அளவும் உயிரிய

மேற்றலினுல் உருவாகும் உயிரியமும், கரிஈருயிரியத்தின் அளவும் உயிரியமேற்றப்பட்ட பொருளின் வேதிச்சேர்க்கை, அஃதாவது இப்பொருளிலிருக்கும் உயிரியம், நீரியம், கரிஈருயிரியை ஆகிய வற்றைப் பொறுத்து இருக்கின்றன.

குளுகோசு உயிரியமேற்றப்படும்பொழுது 6கிராம் அணுத் திரள் உயிரியம் உட்கொள்ளப்பட 6கிராம் அணுத்திரள் கரிஈருயிரியம் உருவாகிறது.

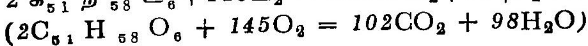


$(C_6H_{12}O_6+6O_2=6CO_2+6H_2O)$

அனைத்து வளியின் அணுத்திரள்களும் ஒரே வெப்பநிலை அழுத்த நிலைகளில் ஒரே கொள்ளளவு உடையனவாதலால் மாவுப் பொருள்கள் உயிரிய மேற்றப்படும்போது உட்கொள்ளப்படும் உயிரியமும் வெளிப்படும் கரிஈருயிரியமும் ஒரே அளவுடைய தாகும்.

உயிரமைப்பு ஒரே நேரத்தில் உட்கொண்ட உயிரிய அளவிற் கும் வெளிவிடப்படும் கரிஈருயிரியத்தின் அளவிற்கும் இடைப்பட்ட விகிதம் 'உயிர்த்தல் ஈவு' எனப்படும். ஆகவே, மாவுப் பொருள்கள் உயிரியமேற்றப்படும்போது உயிர்த்தல் ஈவு ஒன்றிற் குச் சமமாகும். இவ்விகிதம் கொழுப்புகள் உயிரியமேற்றல் மாற்றங்களில் மாறுபடும்.

மூபால்மிட்டின் சமன்பாடு கீழுள்ளதாகும் :



$(2C_{51}H_{58}O_6 + 145O_2 = 102CO_2 + 98H_2O)$

மூபால்மிட்டின் (Tripalmitin) அணுத்திரள் குறைவான உயிரியத்தையே உடையதாதலால் மூபால்மிட்டின் உயிரிய மேற்றப்பட மிகுதியான உயிரியம் தேவைப்படுகிறது. இதன் உயிர்த்தல் ஈவு 0·703 ஆகும். மற்றக் கொழுப்புகளுக்கு இந்த அளவு 0·70 முதல் 0·72 ஆகும். புரதங்கள் உயிரியமேற்றப்படும் போது உயிர்த்தல் ஈவு ஏறக்குறைய 0·85 ஆகும்.

உயிர்த்தல் ஈவு (Respiratory Quotient) மிகத் துல்லியமாக உடலில் உயிரியமேற்றப்படும் பொருள்களின் தன்மையைக் குறிப் பிடுகின்றது. உயிர்த்தல் ஈவு ஒன்றுகவும் அதையொத்துமிருந் தால் உடலில் மாவுப்பொருள்கள் உயிரியமேற்றப்பட்டன என்பதை அறியலாம். இதிலிருந்து உட்கொள்ளப்பட்ட ஒவ் வொரு லிட்டர் உயிரியத்திற்கும் 5 பெரிய கலோரிகள் கனல் உருவாவதையும் அறியலாம். உயிர்த்தல் ஈவு 0·7 ஆக இருந் தால் கொழுப்புகள் உயிரியமேற்றப்படுவதையும் ஒவ்வொரு

லிட்டர் உயிரியத்திற்கும் 4·7 பெரிய கலோரிகள் கனல் உருவாவதையும் அறியலாம்.

வழக்கமாகப் பல்வேறு வகையாக உடலில் உயிரியமேற்றப் படும் மாவுப் பொருள்களின் உயிர்த்தல் ஈவு 0·7இலிருந்து 1வரை வேறுபடுகிறது.

உடலில் உயிரியமேற்றப்படும் உணவுப் பொருள்களின் அளவைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட புரதமிலா உயிர்த்தல் ஈவைக் கண்டறிவது இன்றியமையாததாகும். மொத்த வளர்சிதை மாற்றங்களில் மாவுப்பொருள்கள், கொழுப்புகள் ஆகியவற்றின் பங்கு அட்டவணை 16-ல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 16

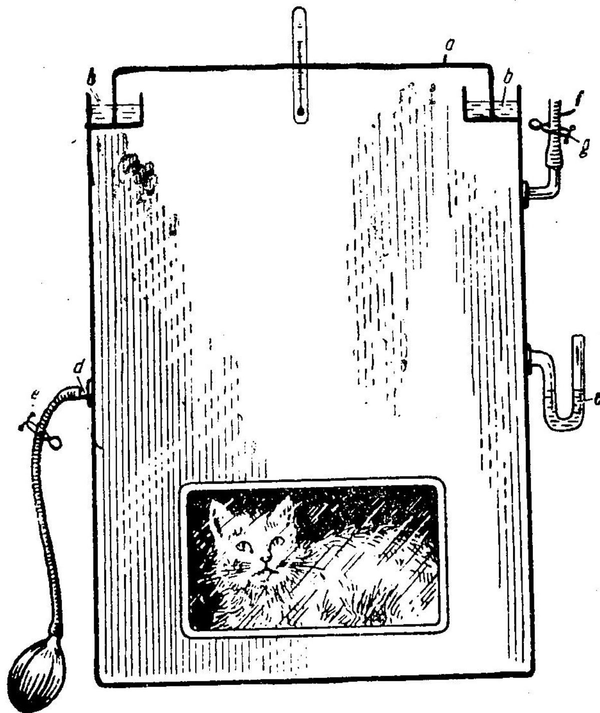
கொழுப்புகள், மாவுப்பொருள்கள் ஆகியவற்றின் பங்கும், பல்வேறு உயிர்த்தல் ஈவுகளில் ஒரு லிட்டர் உயிரியத்தின் கனல் அளவும்
(Part played by Fats, Carbohydrates and Caloric Value of one litre of oxygen at different respiratory quotients)

உயிர்த்தல் ஈவு	உயிரியமேற்றலினுல் வெளிப்படும் மொத்த ஆற்றல் அளவு		ஒரு லிட்டர் உயிரியத்தின் கனல் அளவு (பெரிய கலோரிகளில்)
	கொழுப்புகள் (%)	மாவுப் பொருள்கள் (%)	
0·71	100	0	4·69
0·75	85	15	4·74
0·80	68	32	4·80
0·90	34	66	4·92
0·95	17	83	4·98
1·00	0	100	5·02

அட்டவணை 16-லிருந்து 0·7—1 இடைப்பட்ட உயிர்த்தல் ஈவு ஒவ்வொன்றும் உட்கொள்ளப்பட்ட குறிப்பிட்ட அளவு மாவுப்பொருள்கள், கொழுப்புகள் ஆகியவற்றின் விகிதத்தை ஒத்திருப்பதையும், குறிப்பிட்ட உயிரியக்கனல் அளவை ஒத்திருப் பதையும் அறியலாம் (4·69 - 5·02). இம் முறையில் கண்டுபிடிக்

கப்பட்ட உயிரியத்தின் அளவைத் தேர்ந்தாய்வின்போது உட்கொள்ளப்பட்ட உயிரிய அளவால் பெருக்கினால், உயிரமைப்பில் வெளிப்பட்ட ஆற்றலின் அளவை அறியலாம்.

குறிப்பிட்ட காலத்தில் உருவாகும் அனைத்து கரிஈருயிரியையும் நுரையீரல்கள் மூலமாக உயிரமைப்பிலிருந்து வெளியேறுவதுடன், ஒரு உணவுப்பொருள் மற்றொரு உணவுப் பொருளாக



படம் 141

உயிர்ப்புக் கருவியின் படம்

(a) மூடி (b) தண்ணீர் அடைப்பு (c) அழுத்த அளவை (d) குமிழும் பற்றிறுக்கியும் உடைய ரப்பர்க் குழாய் (e) பொருத்தப்பட்ட உலோகக் குழாய் (f) மாதிரிக் காற்று எடுப்பதற்கான துளை இரப்பர்க் குழாய். காற்றறை இரப்பர்க் குமிழை அமுக்குவதனால் நிரப்பப்படுகிறது. ஆய்வின் முடிவில் பற்றிறுக்கி (g) தளர்த்தப்பட்டு, காற்று உஉ, கஉஉ உள்ளடக்கத்தை ஆய்வதற்காக ஆய்வு அமைப்பிற்கு மாற்றப்படுகிறது.

காற்றுப் புகாமல் அடைக்கப்பட்ட கண்ணாடி வழியாக ஆய்வு முழுவதும் விலங்கைக் கண்காணிக்கவேண்டும்.

(சான்ருக மாவுப்பொருள்கள் கொழுப்புகளாக மாறுதல்) மாற்றமடையாமலிருந்தால்தான் வளர்சிதை மாற்றங்களின் மாவுப்பொருள்கள், கொழுப்புகள் ஆகியவற்றின் பங்கை, உயிர்த்தல் ஈவைக் கண்டறிவதன்மூலம் அறியலாம்.

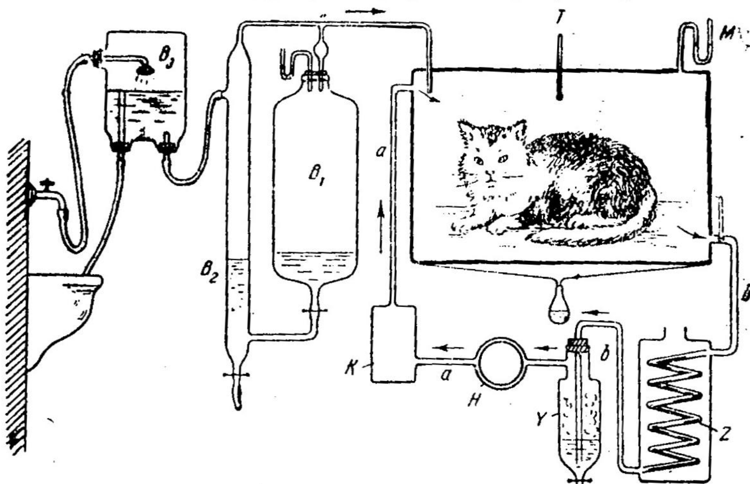
கஉ$_2$ (CO_2) உருவாவதற்கு மிகுதியாக நுரையீரலின் காற்ருேட்டம் உயர்ந்தால் நுண்காற்றுப்பையில் கரிஈருயிரியை யின் பகுதி அழுத்தம் குறையும். ஆகவே நுண்காற்றுப் பைக்கும் குருதிக்கும் இடைப்பட்ட கஉ$_2$-ன் பகுதி அழுத்தம் உயர்வதால் கஉ$_2$ (CO_2) நுரையீரல்களுக்குள் செல்கிறது. திசுக்களில் வளர் சிதை மாற்றங்களினுல் உருவாகும் கஉ$_2$ (CO_2)வுடன் குருதியி லிருக்கும் இரு கரியகைகள் (bicarbonates) சிதைவதாலும் கஉ$_2$ (CO_2) நுரையீரல்களுக்குள் செல்கிறது. இப்படி வெளிப்படும் கரிஈருயிரியம், குறிப்பிட்ட நேரத்தில் உடலில் நிகழும் உயிரிய மேற்றல் மாற்றங்களைக் குறிப்பிடாது. இந்நிலைகளில் உயிர்த்தல் ஈவு 1·5ஆக உயரும். இதே மாற்றங்கள், வளர்சிதை மாற்றங் களில் உருவாகும், அமிலங்களால் (சான்ருக இலேக்டிக் அமிலம்) (Lactic acid) இரு கரியகைகளிலிருந்து மிகுதியான கஉ$_2$ (CO_2) வெளியேறும்போதும் உருவாகிறது.

மாவுப்பொருள்கள் கொழுப்புப் பொருள்களாக மாற்றப் படும்போது, உயிர்த்தல் ஈவு உயிரமைப்பில் உயிரியமேற்றப்படும் பொருள்களின் தன்மையை அறியப் பயன்படாது. மாவுப் பொருள்களிலிருக்கும் மிகுதியான உயிரியம் மாவுப்பொருள்கள் கொழுப்புப் பொருள்களாக மாற்றப் பயன்படுவதால் காற்றி லிருந்து உட்கொள்ளும் உயிரியம் குறையும். ஆகவே உயிர்த்தல் ஈவு மிகுதியாகும். கொழுப்பு உணவின்போது 0·7ஆக இருக்கும் உயிர்த்தல் ஈவு மாவுப்பொருள்களை உட்கொள்ளும்போது 1ஆக உயர்கிறது. பசியின்போதும் இரைப்பையில் உணவில்லாத போதும் கொழுப்புப் பொருள்கள் உயிரியமேற்றப்படுவதால் உயிர்த்தல் ஈவு குறைவாகவே இருக்கும். எவ்வளவு காலம் வளிப் பரிமாற்றங்கள் ஆராயப்படுகிறதோ அதைப் பொறுத்து உயிர்த்தல் ஈவைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட இயலும்.

வளிகளின் பரிமாற்ற ஆய்வுகளில் உள் இழுக்கப்படும், வெளி விடப்படும் காற்றின் சேர்க்கையின் வேறுபாட்டைக் கண்டறி வதன்மூலம் உட்கொள்ளப்பட்ட உயிரியத்தின் அளவும், வெளி விடப்பட்ட கரிஈருயிரியத்தின் அளவும் கணக்கிடப்படுகிறது. உள்ளிழுக்கப்படும் காற்றின் சேர்க்கையில் 20·94 விழுக்காடு உயிரியமும், 0·03 விழுக்காடு கஉ$_2$வையும், 79·03 விழுக்காடு அவி வளியும் (ஆர்க்கன் பிற வேதிவினைவுகளற்ற வளிகள் ஆகியன)

உள்ளன. சான்றாக வெளிவிடப்பட்ட காற்று 16·74 விழுக்காடு உயிரியத்தையும் 3·53 விழுக்காடு கஉ₂வையும் கொண்டிருந்தால் நுரையீரல்களின் வழியாகச் செல்லும் ஒவ்வொரு 100 செ.மீ.^{3} காற்றும் 4·2 செ.மீ.^{3} உட்கொள்ளப்பட்ட உயிரியத்தையும் 3·5 செ.மீ ^{3} வெளிவிடப்பட்ட கஉ₂வையும் கொண்டிருக்கும். மனிதரிலும் விலங்குகளிலும் வளிப்பரிமாற்ற ஆய்வுகள் வேறு பட்ட நிலைகளிலும் மாறுபட்ட கால அளவுகளிலும் செய்ய வேண்டியிருப்பதால் வளிப்பரிமாற்ற ஆய்வுகட்குப் பயன்படுத்தப் படும் கருவிகள் பலவேறு வகையினதாக இருக்கின்றன.

வளிப் பரிமாற்ற நீண்டகால ஆய்வுகட்கு, குறிப்பாக விலங்கு கட்கு அறை அமைப்புமுறை மிகத் துல்லிய முறையாகும்.

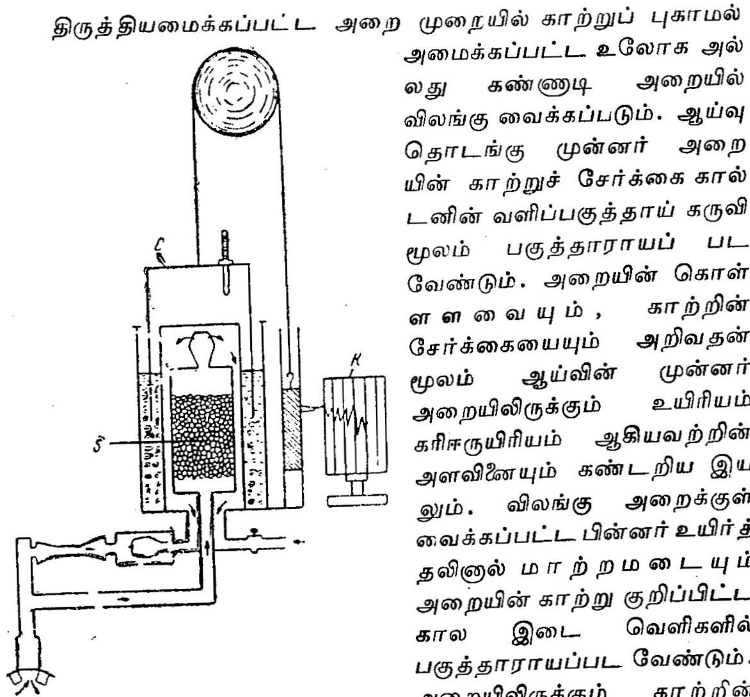


படம் 142

சேட்டர்னிக்கோவின் மூடிய உயிர்த்தல் கருவியின் படம்

மின் உந்து 'மி' (H) தொடர்ச்சியாக 'அ, ஆ' (a, b) குழாய்களின் வழியாகக் காற்றை அமைப்பிற்குள் செலுத்துகிறது. விலங்கின் வெப்பத்தால் சூடாக்கப்பட்ட காற்று நீரில் அமிழ்ந்திருக்கும் சுருளில் குளிரச் செய்யப்படுகிறது. நீராவி, அமைப்பு 'இ' (K)ல் உறிஞ்சப் படுகிறது. அமைப்பு 'ஈ' (Y)ல் கரிஈருயிரியை உறிஞ்சப்படுகிறது. விலங்கிருக்கும் அறை உ₁ - உ₃ (B_1—B_3) அமைப்புடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் விலங்குகளால் உட்கொள்ளப்படும் உயிரியத்தை ஈடுசெய்ய அவ்வமைப்பிலிருந்து உயிரியம் விலங்கிருக்கும் அறைக்குச் செல்கிறது. தன்னியக்க முறையில் செல்லும் உயிரியத்தின் அளவை உ₂ குழாயிலிருக்கும் நீரின் மட்டத்தைக்கொண்டு அறியலாம். வளிகளின் வளர்சிதை மாற்றங்களைக் கணக்கிட, 'அழுத்த அளவை' 'ஏ'யின் அளவினையும் விலங்கு அறையுடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் 'வெப்ப அளவையை' யும் எடுக்கவேண்டும். அம்புக் குறிகள் காற்றும், உயிரியமும் செல்லும் பாதைகளைக் குறிக்கின்றன.

திருத்தியமைக்கப்பட்ட அறை முறையில் காற்றுப் புகாமல் அமைக்கப்பட்ட உலோக அல்லது கண்ணாடி அறையில் விலங்கு வைக்கப்படும். ஆய்வு தொடங்கு முன்னர் அறையின் காற்றுச் சேர்க்கை கால்டனின் வளிப்பகுத்தாய் கருவி மூலம் பகுத்தாராயப் பட வேண்டும். அறையின் கொள்ளளவையும், காற்றின் சேர்க்கையையும் அறிவதன் மூலம் ஆய்வின் முன்னர் அறையிலிருக்கும் உயிரியம் கரிஈருயிரியம் ஆகியவற்றின் அளவினையும் கண்டறிய இயலும். விலங்கு அறைக்குள் வைக்கப்பட்ட பின்னர் உயிர்த்தலினால் மாற்றமடையும் அறையின் காற்று குறிப்பிட்ட கால இடை வெளிகளில் பகுத்தாராயப்பட வேண்டும். அறையிலிருக்கும் காற்றின் கொள்ளளவும், உயிரியத்தின் கரிஈருயிரியத்தின் அளவும் தெரியுமாதலால் ஆய்வுக்கு முன்னர் இருந்த காற்றிற்கும் பின்னர் இருக்கும் காற்றிற்கும் உள்ள வேறுபாட்டை அறிவதன்மூலம் உட்கொள்ளப்பட்ட உயிரியத்தின் அளவையும் வெளிப்பட்ட கரிஈருயிரியத்தின் அளவையும் கணக்கிட இயலும். இவ்வளவுகளின் மூலம் உயிர்த்தல் ஈவையும் வெளிப்பட்ட ஆற்றலின் அளவைக் கலோரிகளிலும் கணக்கிட இயலும். வளிஅறை ஆய்வு முறையில் கரிஈருயிரியை பெருக்கமடைவதாலும் உயிரியத்தின் பகுதி அழுத்தம் குறைவதாலும் தொடர்ந்து நீண்டநேரத்திற்கு இம்முறையில் ஆய்வுகளைச் செய்ய இயலாது.



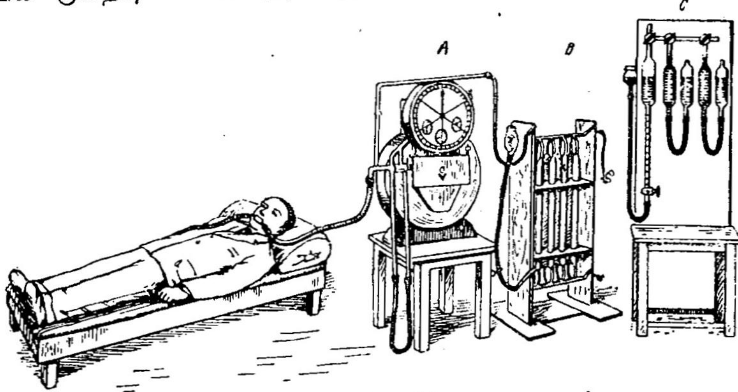
படம் 143

மனிதரில் காற்று வளர்சிதை மாற்றங்களை அளக்கும்அமைப்பின் படம் (கிராகைப் பின்பற்றி)

உள்ளிழுக்கப்பட்ட காற்று (அம்புக் குறிகள்செல்லும் பாதையைக் குறிப்பிடுகின்றது) முன்னரே உயிரியத்தால் நிறைக்கப்பட்ட மூச்சுப் பை அளவையினுள் (Spirometer) செல்கின்றது. வெளிவிடப்பட்ட கரிஈருயிரியை உவர்மக் காரத்தில் 'உ' (S) கரைகின்றது. அலைபதி கருவி காட்டும் (K) மூச்சுப் பை அளவையின் நிலையிலிருந்து உட்கொள்ளப்பட்ட உயிரியத்தை அளக்கலாம்.

இவ் வறை திருத்தப்பட்டு நன்கு காற்ருேட்டமுள்ள அமைப்புகள் உருவாக்கப்பட்டன. இவ் வறை முறைகளில் காற்றை உறிஞ்சிக் காரக் கரைநீரில் கரைக்கும் தேக்கிகள் உள்ளன. கரிஈருயிரியை விலக்கப்படுவதால் அறையின் அழுத்தம் குறைகிறது. இதனுல் வளி அளவைகளிலிருந்து உயிரியம், கரிஈருயிரியை ஆகியவற்றை ஈடுசெய்ய அறைக்குச் செல்கிறது. கரைநீரில் கரைந்த கரிஈருயிரியை ஆய்விற்கு முன்னரும், பின்னரும் அளக்கப்படுகிறது. இம்முறை நீண்ட நேரத்திற்கு ஆய்வைத் தொடர வாய்ப்பளிக்கிறது. செக்னேவின் மாணவ ரான சேட்டர்னிக்கோவால் மிக வசதியான அறை அமைப்பு உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. [படம் 142]

மனிதரில் வளிப்பரிமாற்றங்களை அறியக் கரிஈருயிரியத்தை உறிஞ்சும் அமைப்புகளும் உயிரியத்தால் நிரப்பப்பட்ட வளி அளவையும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மனிதரின் உயிர்த்தல் பாதைகள், மூக்கையும் வாயையும் சேர்த்து மூடும் ஒரு முகமூடி யால் இவ் வமைப்புடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. வளி அளவை யில் குறையும் உயிரியத்திலிருந்து உட்கொள்ளப்படும் உயிரிய



படம் 144

மனிதரில் வளியின் வளர்சிதை மாற்றங்களைக் கண்டறியப் பயன்படும் கருவி அமைப்பு

கட்டிலின்மீது படுத்திருக்கும் மனிதனின் வளி அளவை 'அ' (A)வின்மூலம் வெளி உயிர்க்கின்ருன். கடியார அமைப்பின் முள்ளைக்கொண்டு வளி அளவையின் வழியாகப் பாயும் காற்றின் அளவை அறியலாம். ஆய்வுக் குட்பட்டவர் தடுக்கிதழ்களையுடைய குழாயின்மூலம் உயிர்ப்பதால், வெளிவிடப்பட்ட காற்று, வளி அளவைக்குச் செல்ல, உள் ஈர்க்கப்படும் காற்றுடன் கலப்பதில்லை. வெளிவிடப்பட்ட காற்றின் சிறுபகுதி 'ஆ' (B) என்ற தேக்கிகளில் சேமிக்கப்படுகிறது. பின்னர் இக் காற்று கால் டேனின் கருவியில் பகுத்தாயப்படுகிறது.

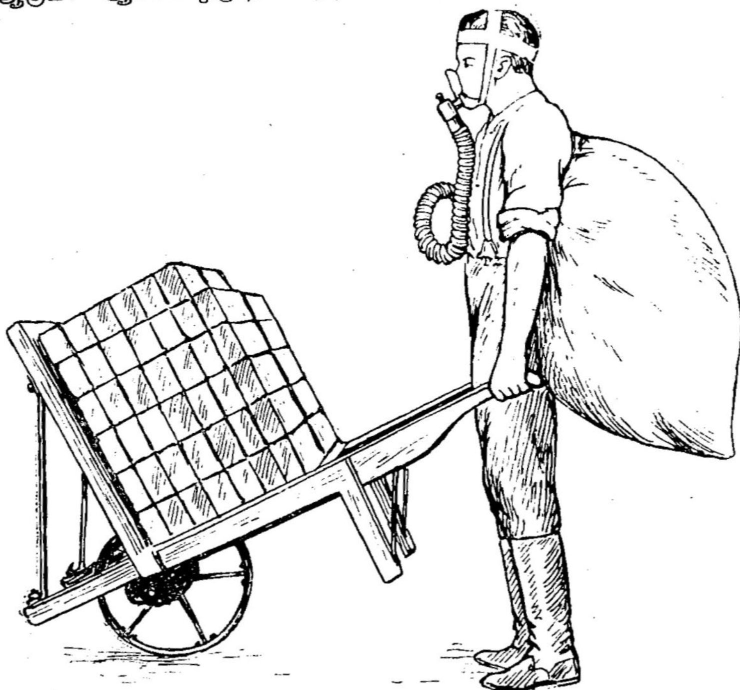
அளவையும் உறிஞ்சிகளில் உள்ளடக்கப்பெறுவதைப் பொறுத்து உருவாகும் கரிஈருயிரியத்தையும் கண்டறியலாம். வளிப் பரிமாற்றங்களை ஆயும் இக் கருவிகள் அனைத்தும் 'மூடிய அமைப்புகள்' எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அறை அமைப்பு முறைகள் ஆய்வுக்கூடத்தில் விலங்குகளை ஆய்வதற்குமட்டுமே பயன்படுத்த இயலுமன்றி மருத்துவ விடுதிகளில் மனிதர்களை ஆயப் பயன்படா. மருத்துவ விடுதிகளில் திறவை அமைப்புகளே [படம் 144, 145-ம்] பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இம்முறைகளில் மனிதன், வாய் அல்லது மூக்கு வழியாகத் தடுக்கிதழ்களுடைய முகமூடியின்மூலம் உள்ஈர்க்கின்றான். தடுக்கிதழ்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் வெளிப்பட்ட காற்று அனைத்தையும் துல்லிய அளவினைக்காட்டும் வளி அளவைக்குள் செலுத்துகின்றன. சிலபோழ்து காற்றை முதலில் இடக்லசு பைகளில் சேமித்துப் பின்னர் வளிஅளவைக்குள் செலுத்தப்பட்டு அளக்கப்படுகிறது. அதே போழ்து வெளிவிடப்பட்ட காற்றில் சிறுபகுதி பகுத்தாயப்பட்டு உயிரியம் கரிஈருயிரியம் ஆகியவற்றின் அளவுகள் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. வெளி உயிர்க்கப்பட்ட காற்றின் அளவும், உள்ளும் வெளியும் உயிர்க்கப்பட்ட காற்றின் சேர்க்கையும் கண்டறிய இயலுமாதலால் ஆய்வின்போது உட்கொள்ளப்பட்ட உயிரியல் வெளிவிடப்பட்ட கரிஈருயிரியம் ஆகியவற்றின் அளவைக் கணக்கிட இயலும்.

சான்றாக ஒரு மனிதன் 5·2 லிட்டர்கள் காற்றை ஒரு நிமிடத்தில் வெளிவிடுவதாகவும் வெளிப்படும் காற்றின் 16·23 விழுக்காடு உயிரியமும், 4·13 விழுக்காடு கரிஈருயிரியமும் இருப்பதாகவும் கொள்வோம். நுரை ஈரல்கட்குள் சென்ற ஒவ்வொரு 100 செ.மீ.[3] காற்றிலிருந்தும் உயிரமைப்பு 20·91 மி.லி. (உள் ஈர்க்கப்பட்ட காற்று)—16·23 மி.லி. (வெளிவிடப்பட்ட காற்று) = 4·7 மி.லி. (அல்லது லிட்டருக்கு 47 மி.லி.) உயிரியத்தை உட்கொண்டிருக்க வேண்டும். நுரையீரல் காற்றோட்டம் 5·2 லிட்டர்கள் ஆகையால், ஒரு நிமிடத்தில் உட்கொள்ளப்பட்ட உயிரியத்தின் அளவு $= 47 \times 5 \cdot 2 = 244 \cdot 4$ மி.லி. ஆகும். ஒவ்வொரு 100 செ.மீ.[3] காற்றும் உருவான கரிஈருயிரியம் $= 4 \cdot 13$ மி.லி.—$0 \cdot 03 = 4 \cdot 1$ மி.லி. (லிட்டருக்கு 41 மி.லி.) ஆகும். ஒரு நிமிடத்தில் உருவான கரிஈருயிரியம் $= 41 \times 5 \cdot 2 = 213 \cdot 2$ மி.லி. இவ்வளவுகளைக் கொண்டு உயர்த்தல் ஈவைக் கண்டறியலாம்.

$$= \frac{\text{கஉ}2}{\text{உ}2} \left[\frac{CO_2}{O_2}\right] = \frac{213}{244} = 0 \cdot 87$$

அட்டவணை 16-ல் உள்ளபடி 0·87 உயிர்த்தல் ஈவிற்கு ஒத்த ஒரு லிட்டர் உயிரியக்கனல் அளவு 4·88 பெரிய கலோரிகள் ஆகும். ஆகவே ஒரு நிமிடத்தில் 244 [0·244 லிட்டர்] உயிரியம்



படம் 145

பணியின்போது வளி வளர்சிதை மாற்றம் - ஆற்றல் வெளிப்பாடு கண்டறிதல் (இதே முறை ஓய்வில் வளி வளர்சிதை மாற்றத்தைக் கண்டறியவும் பயன்படும்

காற்றுப்புகாத முகமூடியினுள் மூச்சு விடுதலால், வெளிவிடப்படும் காற்று முழுவதும் இடக்லசின் பைக்குள் செல்கின்றன. ஆய்வின் முடிவில் ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் வெளிவிடப்பட்ட காற்று வளி-அளவையில் அளக்கப்படுகின்றது. பையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட சிறிதளவு காற்று அது உள்ளடக்கும் உ௨, க உ௨ அளவை அறியப் பகுத்தாயப்படுகின்றது.

உட்கொள்ளப்பட்டால் அதற்கு ஒத்த நிமிடக் கனல் அளவு= $4 \cdot 88 \times 0 \cdot 244 = 1 \cdot 19$ பெரிய கலோரிகள் அல்லது 1714 பெரிய கலோரிகள் 24 மணி நேரத்திற்காகும். மனிதரில் வளிப்பரி-மாற்றங்களைப்பற்றிய ஆய்வுகள் செயல் இன்றியமையாமை

உடையன இம்முறைகள், தேவையான உணவைத் தேர்ந்தாய்தல் போன்ற பலவற்றிற்குப் பயன்படுகின்றன. வளரும் உயிரமைப் பின் உணவு ஊட்டம் தேவையான ஆற்றலுக்கு மிகுதியாக இருக்கவேண்டும். ஆகவே, உணவுத் தேவைகள் வளிப்பரிமாற்ற ஆய்வுகளினால் கண்டறியப்பட்ட ஆற்றலின் அடிப்படையில் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன. இத்துடன் கடும் உழைப்பு விளையாட்டு போன்ற உடலியங்கியலுடன் தொடர்பான சிக்கல்களும் வளிப்பரி மாற்றங்களை ஆய்வதனால் தீர்க்கப்படுகின்றன. தசைப் பணிகளின்போது வளிப்பரிமாற்றங்கள் மிகுதியாக மாறுதலடை கின்றன.

வளிப்பரிமாற்ற ஆய்வுகள் சில நோய்களைக் குறிப்பாக உணவு ஊட்ட நோய்களைக் கண்டறியப் பயன்படுகிறது. இறுதியாக வளிப்பரிமாற்ற ஆய்வு துயிலும்போதும் விழித்திருக்கும்போதும் பல்வேறு புறச்சூழல்கட்கு ஏற்ப மாறுபடும் உடலின் செயல் முறைகளைப்பற்றி அறியவும் பயன்படுகிறது. இவ்வயத்தன்மை களைப்பற்றி ஆய, உடலின் மொத்த ஆற்றல் செலவுகளைப்பற்றிய அறிவு இன்றியமையாததாகும்.

ஓய்விலும் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றத்திலும் வெளிப்படும் ஆற்றல்

(Energy Output at Rest and Basal Metabolism)

19ஆம் நூற்றாண்டின், 60-70 ஆண்டுகளில் பிட்டரும், சிமிடிட்டும் மனிதரில் ஓய்வின்போது வெளிப்படும் ஆற்றல் நிலைத்த தன்மையுடையது எனக் கண்டறிந்தனர். இந்நூற்றாண் டின் தொடக்கத்தில் இம்முடிவு பல தேர்ந்தாய்வாளர்களால் உறுதிப்படுத்தப்பட்டது. தசைகள் செயல்படா நிலையிலும், உணவு உட்கொள்ளாதபோதும் வெப்பக் கட்டுப்பாட்டு இயக்கங்கள் குறைந்த சுற்றுப்புற வெப்பநிலையிலும் கூட, மனிதரிலும் விலங்குகளிலும் குறைந்த அளவு ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இந் நிலைகளில் செலவழியும் ஆற்றலின் நிலைத்த அளவு 'அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம்' எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது.

அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றத்தைக் கண்டறிய காலை நேரங்களில் (அறை வெப்பம் 20° முதல் 22° நிலையில்) உணவு உட்கொள்ளப்பட்ட 14 முதல் 16 மணிநேரம் கழித்து வளிப்பரி மாற்றங்கள் ஆயப்படுகின்றன. அடிப்படை வளர்சிதைமாற்றம் அறியப்பட வேண்டியவர், வசதியான நிலையில் படுக்கச் செய்யப் படுவார். படுக்கையிலிருந்து எழுந்ததும் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றத்தை எளிதாகக் கண்டறியலாம். 10 முதல் 15 நிமிடங்

கட்கு நீடிக்கும் இவ்வாய்வு பல நாட்களுக்குக் குறிப்பாகக் கேடயச் சுரப்பி அறுவை இயலின்போது மீண்டும் மீண்டும் செய்யப்படும்.

நலமானவர்களில் விரிவாக ஆயப்பட்ட புள்ளியில்களின்படி ஒரே பால், இனம், உயரம், எடை, வயது உள்ளவர்களில் ஏறக் குறைய அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் ஒத்திருப்பதும் இம் மாற்றம் 10 முதல் 15 விழுக்காடுவரை வேறுபடுவதும் கண்டறியப் பட்டது. அடிப்படை வளர்சிதைமாற்றம் உடலின் எடையைப் பொறுத்தில்லாமல், உடலின் வெளிப்பரப்பை ஒத்திருக்கின்றது. ஆகவே சிறு விலங்குகளில் வெளிப்பரப்பு அவைகளின் எடையை விட மிகுதியாக இருப்பதால் எடையை ஒத்த அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றமும் பெரிய விலங்குகளைவிட மிகுதியாக இருக்கின்றது. பின்வரும் அட்டவணை 17-லிருந்து தெளிவாக அறியலாம்.

அட்டவணை 17

பல்வேறு விலங்குகளில் 1 மணி நேரத்தில் 1 மீ. பரப்பிற்கும் ஒரு கிலோ கிராம் எடைக்கும் வெளிப்படும் ஆற்றல்

(Energy Output in Different Animals per 1 m.² of Surface and 1 Kg. of Body Weight per Hour)

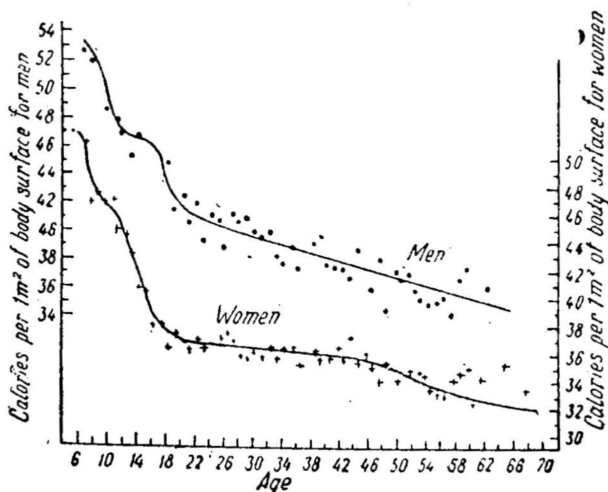
விலங்கு	உடல் எடை [கி. கி.]	24 மணியில் உருவாகும் கனலின் அளவு [பெரிய கலோரிகளில்]	
		ஒரு கி.கி. உடல் எடைக்கு	ஒரு மி.² உடல் பரப்பிற்கு
குதிரை	441	11·3	948
பன்றி	128	19·1	1,078
நாய்	15·2	51·5	1,039
முயல்	2·3	75 1	776

வேறுபட்ட எடையுடைய விலங்குகளில் ஒரு கி. கி. எடைக்கு (வெளிப்படும் ஆற்றல்) மிகுதியாக வேறுபடும். அதே ஆற்றல் உடல்பரப்பிற்குக் கணக்கிடும்போது மிகவும் ஒத்திருக்கின்றது. இத் தன்மையே பிரெஞ்சு உடலியங்கியலாளர் ரிச்சட்டும், செர்மனி உடலியங்கியலாளர் ரூபனரும் 'வெளிப்பரப்பு விதி' உருவாக்கக் காரணமாயிற்று. இவ் விதிப்படி உடல் பரப்பின் ஒரு

குறிப்பிட்ட பகுதியில் (ஓய்வில்) வெளிப்படும் ஆற்றல் நிலைத்த தன்மையுடையதாகும். தொடர்ந்து பல ஆய்வாளர்களும், ஓய்வின்போது வெளிப்படும் ஆற்றல் உடல் பரப்பிலிருந்து இழக்கப்படும் வெப்பத்தைப் பொறுத்திருக்கிறதென நம்பியதால் இவ்விதி மேலும் உறுதிப்படுத்தப்பட்டது.

வெளிப்பரப்பு விதியைப்பற்றிய விளக்கம் சரியானதல்ல. வளர்சிதை மாற்றங்கள் உடல் பரப்பைப் பொறுத்திருப்பது விலங்கின்படி முதிர்ச்சியினுல் வளர்ச்சியடைந்ததாகும். இதில் விலங்கின் அசைவு, வளர்சிதை மாற்றங்களின் வேகமானம், அதன் உணவுத் தேவைகள் போன்றவை ஒவ்வொன்றும் தனித் தனிப் பங்கேற்கின்றது.

வெளிப்பரப்பு விதிக்குப் பல விலக்குகள் இருக்கின்றன. இவற்றை விலங்குகளின் உயிரியல் சிறப்புத் தன்மையைக்கொண்டு விளக்கலாம். சான்ருக ஒரே உடற்பரப்புடைய, அலைந்து திரியும் காட்டில் வாழும் விலங்குகளைவிட வீடுகளில் வாழும் விலங்குகளின்



படம் 146

வயது தொடர்பாக அடிப்படை வளர்சிதை மாற்ற நிலையில் வெளிப்படும் ஆற்றலில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்

இடது செங்குத்துக்கோடு மனிதரில் ஒரு செ. மீ.² உடல் பரப்பில் வெளிப் படும் ஆற்றல் பெரிய கலோரிகளில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. வலது கோட்டில் பெண்களுக்கான அளவு குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. புள்ளிகளும் குறுக்குக் கோடுகளும் முறையே ஆண்களிலும் பெண்களிலும் செய்யப் பட்ட ஆய்வுகளின் முடிவைக் குறிப்பிடுகின்றன.]

வளர்சிதை மாற்றங்கள் குறைவாகும். வெப்பப் பகுதிகளில் வாழும் விலங்குகளின் வளர்சிதை மாற்றங்களைவிட நிலமுனைக் கோடிப் பகுதிகளில் வாழும் விலங்குகளில் மிகுதியாகும். உடலின் ஆற்றல், சுற்றுபுறச் சூழ்நிலைகளைப் பொறுத்து மாறுபடும். இவ் வியல்பு பெருமூளைப் புறணி வளர்சிதை மாற்றங்களைக் கட்டுப்படுத்தும் ஆற்றலுடன் தொடர்புடையன. வயது தொடர்பாக வெளிப்படும் ஆற்றல் சில மாறுதல்களை அடைதல் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றத்தின் ஆய்வுகளில் கிடைத்த புள்ளியியல் தொகுப்பைக்கொண்டு, ஓய்வில் பல்வேறு எடையும் வயதும் உடைய ஆண்கள், பெண்கள், குழந்தைகள் ஆகியோரில் வெளிப்படும் ஆற்றலைக் கண்டறிய இயலும். ஃகேரிசாலும், பெனிடிக்டாலும் உருவாக்கப்பட்ட இவ் வளைவுகளைக்கொண்ட அட்டவணைகள் மிகுதியாக, குறிப்பாக மருந்தகங்களில் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இவ் வட்டவணைகளைப் பயன்படுத்தி அல்லது 'பல்' அளவுப் பதிப்பிலிருந்து உடல் பரப்பைக் கண்டறிந்து இந்த அளவிற்கு ஒத்த அளவுகளுடன் (அட்டவணை 18) பெருக்குவதன்

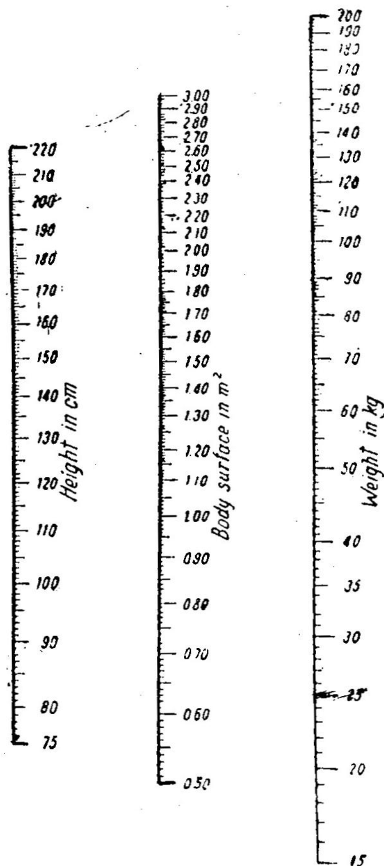
அட்டவணை 18

ஒரு மணி நேரத்தில் 1 செ.மீ. [3] உடல்பரப்பிற்கான அடிப்படை மாற்றங்களின் அளவுகள்

(Basal Metabolism Averages in Large Calories per 1 m^2 of Body Surface per Hour)

ஆண்டுகளில் வயது	அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றச் சராசரி அளவுகள் [பெரிய கலோரிகளில்]	
	ஆண்களில்	பெண்களில்
14 - 16	46·0	43·0
16 - 18	43·0	40·0
18 - 20	41·0	38·0
20 - 30	39·5	37·0
30 - 40	39·5	36·5
40 - 50	38·5	36·0
50 - 60	37·5	35·0
60 - 70	36·5	34·0
70 - 80	35·5	33·0

மூலம் முழு ஓய்வில் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றங்களுக்குத் தேவையான நிலைகளில் ஒவ்வொருவரிலும் வெளிப்படும் ஆற்ற லின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.



படம் 147

உடற் பரப்பைக் கண்டறியப் பயன் படும் பல் அளவைப் பதிப்பு. ஒருவரின் உடற் பரப்பை அவரின் உயரத்திற்கும் எடைக்கும் ஒத்த முனைகளின் வழியாக வரையப்பட்ட கோடு நடு அளவுக் கோட்டை வெட்டும் முனையைக்கொண்டு கண்டறியலாம்.

ஒரே தன்மையான நிலை களில் வாழ்பவர்களில் முழு ஓய்வில் வெளிப்படும் ஆற்ற லைக் கண்டறியமட்டுமே இவ் வட்டவணைகள் பயன்படும். புறச் சூழ்நிலைகள் (சான்றுகச் சூழ்நிலை, வெப்பம், வளி அழுத்தநிலை, வெளிச்சம் போன்றவை) மாறுபட்ட அகச் சூழ்நிலைகள், பல்வேறு உடல் செயல்முறைகளின் நிலை கள் ஆகிய நிலைகளில் கண்டு பிடிக்கப்படும் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றங்கள் முற் குறிப்பிட்ட திட்ட மதிப்பு களிலிருந்து வேறுபடும்.

அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றத்தின் நிலைத்த தன்மை, அதில் ஏற்படும் வேறுபாடுகள் ஆகிய இரண்டையும் பெரு மூளைப்புறணி வளர்சிதை மாற் றங்களைக் கட்டுப்படுத்துவ தைக் கொண்டு விளக்க இய லும். பிக்கோவும் அவரது குழுவினரும் செய்த ஆய்வுகளி லிருந்து வளர்சிதை மாற்றங் களை உயர்த்தும் காரணிக ளான தசைச் செயல்முறைகள் உணவு உட்கொள்ளல், கேட யச்சுரப்பி நீர்மம் உட்செலுத் துதல் போன்றவைகளுடன் சேர்த்துப் பயன்படுத்தப்பட்ட தொடர்பற்ற தூண்டுகைகள் (சான்றுக மணிஒலி) பின்னர் வளர்சிதை மாற்றப் பழக்கப் படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் உருவாக வழிகோலுகின்றன. இதேபோன்று காலமும் ஓர்

இன்றியமையாத தூண்டுகையாகும். ஒரு நாளில் சில நேரங்களில் உயரும் வளர்சிதை மாற்றங்கள் உணவின் காலத்தைப் பொறுத்திருக்கின்றன. இக்காலத்தில் உணவு உட்கொள்ளப்படாமலே வளர்சிதை மாற்றங்கள் மிகுதியாகின்றன. இப்படியாக அடிப்படை வளர்சிதை மாற்ற வேகமானம் மனிதனின் அல்லது விலங்கின் செயல்முறைகளைப் பொறுத்திருக்கிறது.

உடலின் செயல்முறைகள், உணவூட்டம் அல்லது தசைப் பணி ஆகியன ஒரு நாளில்குறிப்பிட்ட காலத்தில் மீண்டும் மீண்டும் செய்யப்பட்டால் உணவு உட்கொள்ளுதல், தசைப்பணி, வெப்பம் இன்னும் பிற ஆகியவற்றின்மொத்த வயத்தன்மைகட்கு மறுதலையாகக் கூட்டு மறுவினை இணைப்பு உருவாக வழிகோலுகின்றன. நிலையான சூழ்நிலை வாழ்வில் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் நிலைத் தன்மையை உடையது. நிலைத்த சூழ்நிலைகளில் (அறை, காலம்) தேர்ந்தாயும்போது, புறச் சூழ்நிலையின் வெப்பத்தை மாற்றுவதால் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றங்கள் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இந் நிலைகளில் வளர்சிதை மாற்றங்களைப் பாதிக்கும் பெருமூளைப்புறணியின் இணைப்பு மற்றக் காரணிகளை விட மிகுதியான விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆகவே வழக்கமான வாழ்க்கை நிலைகளில், முதிர்ச்சியடைந்த பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகளைப் பொறுத்தே அடிப்படைவளர்சிதை மாற்றங்களின் நிலைத்தன்மை இருக்கின்றது. அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றத்தின் பெயரே பழக்கத்தை ஒட்டி வழங்கப்படுகிறதேயன்றி உண்மைப் பொருளை உணர்த்தாது.

குறிப்பிட்ட காலத்திலும் உடல் இயங்கியல் நிலைகளும் ஆய்வு செய்யப்படும் வளர்சிதை மாற்றங்களின் நிலைத்த தன்மை, முதன்மையாக நிலைத்த பழக்க வழக்கங்களைப் பொறுத்திருக்கிறது. நுட்பமான ஆய்வுகளினால் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றங்கள் பல ஆண்டுகட்கு நிலைத்த தன்மையுடையதெனத் தெரிகிறது. ஆனால் இந்த நிலைத்த அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம், நாளின் குறித்த காலத்தில் குறித்த நிலைகளில் செயல் புரியும் தூண்டுகையைப் பொறுத்திருக்கிறது. அஃதாவது பெருமூளைப் புறணி வளர்சிதை மாற்றங்களைக் கட்டுப்படுத்துவதைப் பொறுத்திருககின்றது.

உயிரமைப்பின் உண்வூட்டத்தைப் பொறுத்து ஆற்றல் வெளிப்படல்

(Dependence of Energy Output on the Organism's Nutrition. Specific Dynamic Action of Food)

உணவின் சிறப்பு 'இயக்கச் செயல்முறை' உணவு ஊட்டத்துடன் நேரடியாகத் தொடர்புடையது. வளர்சிதைமாற்ற வேகமானம் தனித்த உணவாலும், உட்கொள்ளப்படும் மொத்த பொருள்களின் அளவாலும் அவற்றின் சேர்க்கைத் தன்மையாலும் வயப்படுத்தப்படுகிறது.

ஃபுளுசெரின் கருத்துகள், உயிரணுக்களிலும், திசுக்களிலும் ஆற்றல் மாற்றத்தைப்பற்றிய கோட்பாட்டில் பெரும்பங்கு வகித்தன. இக் கருத்துகளின்படி உயிரணுக்கள், திசுக்கள் ஆகியவற்றின் வளர்சிதை மாற்றங்கள் அவை பெறும் உணவுப் பொருள்களைப் பொறுத்திராமல் திசுக்களின் உடலியங்கியல் நிலைகளைப் பொறுத்திருக்கிறது. உடலியங்கலுக்குப் பொருந்தாத லீபிங்கின் 'உயிர்மச் செயல்கள் உணவு ஊட்டத்தைப் பொறுத்திருக்கின்றன' என்ற கருத்துக்கு மாருக இக்கருத்து நன்கு வளர்ச்சியடைந்தது.

உட்கொள்ளப்படும், உடலில் செலவழியும் பொருள்களுக்குள்ள தொடர்பை, தன்வயமாதல், உணவு சிதைதல் ஆகியவற்றின் அடிப்படையிலேயே அறிகிறோம். பெரும்பாலும் மிகுதியான உணவு செலவழியும்போது மிகுதியாகவும், உடலில் குறைவாகச் செலவழியும்போது குறைவாகவுமே உணவு உட்கொள்ளப்படுகின்றது. சான்ருக உணவு கிடைக்க இயலாத நிலைகளில் உடலின் செயல்முறைகள் குறைவடைகின்றன. சில விலங்குகள் குளிர்காலத்தில் அல்லது வெப்பக் காலத்தில் செயலற்று நீண்ட நேரம் துயில்கின்றன.

ஓய்வின்போது, ஒவ்வொருமுறை உணவு உட்கொள்ளுதலும் உடலின் வளர்சிதை மாற்றங்களை உயர்த்துகின்றன. முழு ஓய்விலும் உணவு உட்கொள்ளும்போதும் வளர்சிதை மாற்றங்கள் உயர்தல் 'உணவின் சிறப்பு இயக்கச் செயல்முறை' எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

மிகுதியான சிறப்பு இயக்கச் செயல் புரதங்களை உட்கொள்ளுதலால் உருவாகிறது. உட்கொள்ளப்பட்ட புரதத்தின் ஆற்றல் அளவில் 30 முதல் 40 விழுக்காடு வளர்சிதை மாற்றங்கள் உயர்கின்றன. புரதங்கள் உட்கொள்ளப்பட்டதுமே, அதன் வளர்சிதை மாற்றங்கள் உயர்வடைவதில்லை. 1·5 முதல் 2 மணி நேரம்

கழித்து, தொடர்ந்து 3 மணிகளில் உச்சநிலையை அடைந்து, மற்றும் உணவு உட்கொண்ட 7 முதல் 8 மணி நேரம் வரை வளர்சிதை மாற்றங்கள் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன. மாவுப் பொருள்களின் சிறப்பு இயக்கச் செயல்கள் மிகக் குறைவாக உட்கொள்ளப்பட்ட பொருள்களின் ஆற்றல் அளவில் 4 முதல் 6 விழுக்காடே உடையன. இதன் மொத்த வளர்சிதை மாற்றங்கள் உணவிற்குப்பின் 2-3 மணி நேரங்கழித்தே நடைபெறுகின்றன. கொழுப்புகளின் சிறப்பு இயக்கச் செயல் விளைவுகள் பல்வேறு தனிப்பட்டவர்களில் மாறுபட்டிருக்கின்றன. எலிகளில் கொழுப்புகள் உட்கொள்ளப்பட்டால் வளர்சிதை மாற்றங்கள் உயரவும், முயல்களில் குறையவும் காரணமாகின்றன. கொழுப்பு உட்கொள்ளப்பட்டபின் மனிதரில் சிறிதளவு வளர்சிதை மாற்றங்கள் உயர்தல் சிறப்பியல்பாகும். வழக்கமான கூட்டு உணவிற்கு உணவின் சிறப்பு இயக்கச் செயல்கட்குச் செலவழியும் ஆற்றல் 150 முதல் 200 பெரிய கலோரிகளாகும். அஃதாவது அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றங்களில் 10 முதல் 12 விழுக்காடு ஆகும்.

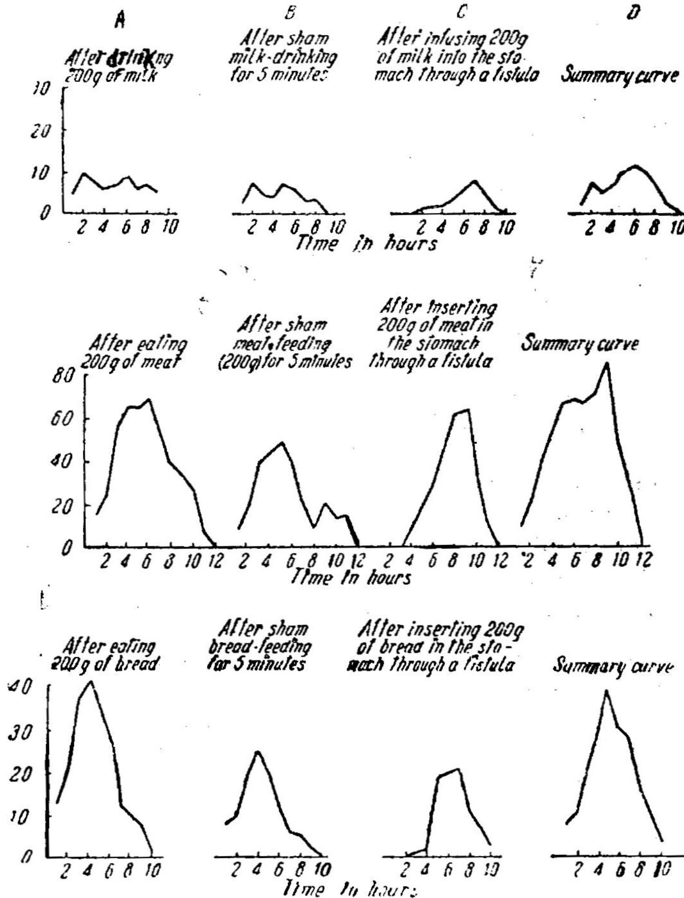
உணவின் சிறப்பியக்கச் செயல்முறைக்கான காரணங்கள் இதுவரை தெளிவாகத் தெரியவில்லை. பழம் ஆய்வாளர்கள், புரதத்தின் தூண்டுகைச் செயல்முறையும், அவை உயிரணுக்களில் மாற்றமடைதலினால் உருவாகும் விளைபொருள்களும் காரணமாக இருக்கவேண்டுமெனக் கருதினர். கல்லீரலிலும், திசுக்களிலும் அவியப் பொருள்கள் நிலைமாற்றமடைதல் இக்கருத்தை உறுதிப்படுத்துகின்றது. செரித்தல் பாதையின் தசை, சுரப்பிகள் ஆகியவற்றின் பணிக்கட்கான வெளிப்படும் ஆற்றலும் ஒரு காரணமாகின்றது. இவ் வனைத்துக் காரணிகளும் உட்கொள்ளப்பட்ட பொருள்கள் சிலவற்றின் வயத்தன்மைகள், செரித்தலுக்கும், திசுக்கள் தன்மயமாக்குதலுக்குக் காரணமான உணவு உட்கொள்ளுதல் போன்ற தூண்டுகையாலும் உருவாகின்றன. இக் கருத்துகளின் அடிப்படையில் பிக்கோவின் குழுவினர், பாவுலோவின் பாவனை உணவு ஊட்டல் முறையை உணவின் சிறப்பு இயக்கச் செயலைப் பகுத்தாராயப் பயன்படுத்தினர். உணவு உயிரமைப்பிற்குள் நுழையாமலேயே பாவனை உணவூட்டல் மட்டுமே வளர்சிதை மாற்றங்களைப் பலமணி நேரங்கட்கு உயர்த்துகின்றது. இதில் வளர்சிதை மாற்றங்கள் உண்மையாக உணவு உட்கொள்ளும்போது உயரும் உணவின் சிறப்பு இயக்கச் செயல்முறையில் 50 முதல் 60 விழுக்காடு வரை உயர்கிறது. அதே உணவு இரைப்பைக்குள் புரை வழியாக நேரடியாக வைக்கப்பட்டால் (வழக்கமாக உண்ணும்போது

உயர்வதுடன் ஒப்பிடும்போது) வளர்சிதை மாற்றங்கள் குறைவாகவே (40 விழுக்காடு) உயர்கின்றது. மேலும், பாவனை உணவூட்டலின்போதைவிடக் காலந் தாழ்ந்தே நிகழ்கிறது. (படம் - 148)

ஆய்வுகளில் உயர்ந்த வளர்சிதை மாற்றங்களைப்பற்றிச் சுருக்கமாக உரைப்பின், பாவனை உணவூட்டலின்போதும் புரை வழியாக உணவு இரைப்பைக்குள் வைக்கப்படும்போதும் வழக்கமான குறிப்பிட்ட உணவின் சிறப்பியக்கச் செயல் அளவிற்கு ஒத்த அளவே கிடைக்கின்றது. (படம் 148 - ஐ 111-றுடன் ஒப்பிடுக.)

இவ் வாய்வு முடிவுகளிலிருந்து நரம்பு இயக்க முறைகளும் நீர்மக் காரணிகளும் உணவுச் சிறப்பியக்கச் செயலுக்கு இன்றியமையாதவை யெனக் கருதவேண்டியுள்ளது. நரம்பு இயக்க முறைகள் உணவு உட்கொள்ளப்படுவதுடனும், நீர்மக் காரணிகள் உணவு உறிஞ்சப்படுதல் திசுக்கள் தன்வயமாதலுடனும் தொடர்புடையன. உணவின் சிறப்பியக்கச் செயல், நரம்பு மறுவினைகள், அடிப்படையில் தனிப்பட்டவரின் வாழ்க்கை நிலைகளில் பழக்கப் படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் முதிர்ச்சியடைகின்றன. பாவனை உணவூட்டலைப் பலமுறை மீண்டும் மீண்டும் செய்யும்போது பாவனை உணவூட்டல் வளர்சிதைமாற்றத்தை உயர்த்தாததையும் இம்மறுவினை படிப்படியாக மறைந்துவிடுவதையும் கண்டறியலாம். மீண்டும் மீண்டும் பாவனை உணவூட்டலின்போது இரைப்பை விரிவடையாததாலும் உறிஞ்சுதல் நிகழாததாலும் தடைப்படுத்தும் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் உருவாதல் மாற்றங்கள் வளர்சிதை உயராததற்குக் காரணமாக இருக்க வேண்டும். வளர்க்கப்பட்ட நாய்களில் காய், இறைச்சி உணவூட்டலின்போது வளிப் பரிமாற்றங்கள் மிகுவதில்லை.

புதிதாகப் பிறந்த குழந்தையில் முதல் உணவு உட்கொள்ளப் படுமுன்னர், செய்யப்பட்ட வளிப் பரிமாற்ற ஆய்வுகளின் முடிவுகள் மிக இன்றியமையாதன. பாலில்லாத முலைச் காம்பைப் பிறந்த குழந்தை 8 முதல் 10 நிமிடங்கள் உறிஞ்சும்போது, குறிப்பிடும் அளவு வளர்சிதை மாற்றங்கள் உயர்தல் ஒரு மணி நேரத்திற்கும் மிகுதியாக நீடிக்கிறது. உட்கொள்ளும் செயல்முறை வளர்சிதை மாற்றத்தை வயப்படுத்துதல் பழக்கப்படுத்தப் படாத பிறப்பில் தோன்றிய மறுவினையாகும். பலமுறை உணவு உட்கொள்ளும்போது இவ் விளைவுகள் வளர்ந்து பழக்கப்படுத்தப் பட்ட மறுவினைகள் வளர்சிதை மாற்றங்களைத் தூண்டுவதற்கும், தடைப்படுத்துவதற்கும் உருவாகின்றன.



படம் 148

விஞ்சிய உயிரியம் உட்கொள்ளுதல் (உணவு உட்கொள்ளுமுன் இருக்கும் வளர்சிதை மாற்றத்துடன் ஒப்பிடுதல்)

(A) 200 கிராம் பாலை அருந்திய பின்னர், (மேலே இருப்பது) 200 கிராம் இறைச்சியை உட்கொண்ட பின்னர் (நடுவில் இருப்பது), 200 கிராம் ரொட்டியை உட்கொண்ட பின்னர் (கீழே இருப்பது).

(B) பால், இறைச்சி அல்லது ரொட்டி ஆகியவற்றின் பாவனை உணவூட்டலின் பின்னர்.

(C) 200 கிராம் பாலை இரைப்பைக்குள் ஊற்றிய பின்னர் அல்லது 200 கிராம் இறைச்சியை அல்லது ரொட்டியை இரைப்பைக்குள் வைத்த பின்னர்.

(D) வெப்ப நிலைகளில் வரைபடங்கள் Bயும் Cயும். (படுக்கைக்கோடு காலத்தை மணிகளில் காட்டுகின்றது. இப் படத்தை படம்-111-றுடன் ஒப்பிடவும்.)

வளர்சிதை மாற்ற வேகமானம், நாளில் விலங்குகள் உணவு ஊட்டப்படும் காலத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றது. மூன்று முறை ஊட்டப்பட்ட குரங்கிற்கு மாலை நேரத்தில் ஒருவேளை மட்டுமே ஊட்டப்பட்டால் பல நாட்களுக்குப் பிறகு காலை நேரத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் குறைகிறது. இந் நிலைகளில் காலையில் கொடுக்கப்படும் உணவிற்கான பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் மறைந்துவிடுகின்றன. ஊட்டும் நிலையை மாற்றுவதன்மூலம் விருப்பம்போல் வளர்சிதை மாற்றத்தை உயர்த்த அல்லது குறைக்க இயலும்.

போதா உணவு ஊட்டலின் போது மொத்த வளர்சிதை மாற்றம் குறைகிறது. சிறிதளவு உணவுக் குறைவிற்கும் குறைகிற வளர்சிதை மாற்றம் சிறப்பாக மிக்க உணவுக்குறையின் போது மிகவும் குறைநிலையை அடைகிறது.

வளர்சிதை மாற்றம் குறைதலின் உடன் நிகழ்ச்சியாக உடல் எடை குறைவதில்லையாதலால் உயிர்திசுக்களின் எடையைப் பொறுத்து வளர்சிதை மாற்ற வேகமானம் மாறுதலடைவதற்கு முன்னரே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளதைப் போல் உணவின் சிறப்பு இயக்கச் செயலும், அதன் மறுவினை நிலையுமே காரணமாகும்.

முழுப்பட்டினியின்போது குறிப்பிடும் அளவு வளர்சிதை மாற்றம் குறைவதைப் பல தேர்ந்தாய்வாளர்கள் உறுதிப்படுத்தியுள்ளனர். பாசூட்டின், அவரது மாணவர்கள், பெனிட்டிக் அவரது குழுவினர் ஆகியோர் இவ் வாய்வுகளில் இன்றியமையாப் பங்கேற்றுள்ளனர். அட்டவணை 19 ஏற்படும் மாறுதல்களைக் காட்டுகின்றது (அடுத்த பக்கம் பார்க்க).

பட்டினி உடலின் பல பணிகள் சான்ருக இதயத்துடிப்பு வேகம், உயிர்த்தல் கொள்ளள்வு, உயிர்த்தல் வேகமானம், உடலின் அசைவு, அதன் தசைப்பணிகள் ஆகியவற்றைக் குறைக்கின்றன. இதனுல் ஆற்றும் பணி குறைவதால் பழக்கப் படுத்தப்பட்ட தடைபடுத்தும் மறுவினைகளின் வயத்தன்மைகள் முதிர்ச்சியடைந்து வளர்சிதை மாற்ற வேகமானத்தில் மாறுதல்கள் விளைகின்றன.

சில பருவங்களில் விலங்குகளில் உணவு உட்கொள்வதில் மாற்றங்கள் ஏற்படுவதால் உடலியங்கியல் பட்டினி நிகழ்கின்றது. சான்ருகச் சில விலங்குகள் (கரடி) கோடைக்காலத்தில் மிகுதியாகக் கொழுப்பதால் குளிர்காலத்தில் முழுதுமாகச் செயலற்ற நிலையில் இல்லாவிட்டால்கூட உணவுண்ணுமல் பெருக்கமடைந்த கொழுப்பிலேயே வாழ்கின்றன. இவ் விலங்கினங்கள் உணவு

அட்டவணை 19

பட்டினியின்போது எடை குறைதலும், நாளும் வெளிப்படும் ஆற்றலில் விளையும் மாறுதல்களும்

(Changes in Daily Energy Output and Loss of Weight in Starvation)

பட்டினிக் காலம் நாள்களில்	உடல் எடை (கி.கி.)		அன்றாடம் வெளிப்படும் ஆற்றல் (பெரிய கலோரிகளில்)		ஒரு கி.கி. உடல் எடைக்கு ஒரு நாளில் வெளிப்படும் ஆற்றல் (பெரிய கலோரிகளில்)		ஒரு மீ.^{2} உடல் பரப்பிற்கு ஒரு நாளில் வெளிப்படும் ஆற்றல்	
	பட்டினிக்கு முன்னர்	பட்டினியின் இறுதிநாளில்	பட்டினிக்கு முன்	பட்டினியின் இறுதி நாளில்	பட்டினிக்குமுன்	பட்டினியின் இறுதி நாளில்	பட்டினிக்கு முன்	பட்டினியின் இறுதி நாளில்
41	62·8	46·0	1790	780	26·6	17·0	1039	529
30	57·9	45·5	1535	935	27·5	20·5	905	679
16	43·5	36·0	1278	917	28·4	25·4	929	722
5	67·0	63·1	2220	1970	33·2	31·2	—	—

கொடுக்கப்பட்டால் கூட உண்ண மறுத்துவிடும். இஃது 'உடலியங்கியல் பட்டினி' எனக் குறிப்பிடப்படும்.

தசைச் செயல் முறைகளில் வெளிப்படும் ஆற்றல் (Energy Output in Muscular Activity)

இதயம், உயிர்த்தல் தசைகள், சிறுநீரகங்கள், கல்லீரல் ஆகியன உடல் முழு ஓய்விலிருக்கும்போது கூடத் தொடர்ந்து பணியாற்றுகின்றன. இயக்கத் தசைகள், விரிவடைந்த படுக்கை நிலையிலும் குறிப்பாகத் துயிலும்போதும் சிறிதளவு விறைப்புத் தன்மையுடையன. மொத்த வளர்சிதை மாற்றத்தில் 4முதல் 6 விழுக்காடு இதயத்தசைகளுக்காகவும், 4 முதல் 6 விழுக்காடு சிறுநீரகங்களுக்காகவும், 20 முதல் 30 விழுக்காடு கல்லீரல் பிற செரித்தல் உறுப்புகள் ஆகியவற்றிற்காகவும், 2 முதல் 5 விழுக்காடு நரம்பு மண்டலத்திற்காகவும், 40 முதல் 50 விழுக்காடு இயக்கு தசைகளுக்காகவும் பயன்படுவதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன.

தசைச் செயல்முறைகளில், தசையின் வளர்சிதை மாற்றம் மிகுதியாக உயர்கிறது. ஓய்வில் படுக்கைநிலை வளர்சிதை மாற்ற வேகமானத்துடன் ஒப்பிடும்போது உட்கார்ந்த நிலையில் 12 விழுக்காடும் நிற்கும்போது, 20 விழுக்காடும், மெல்ல நடக்கும் போது 80 முதல் 100 விழுக்காடும், ஓடும்போது 400 விழுக்காடும் வளர்சிதை மாற்றம் மிகுதியாகின்றது. கடுமையான தசைப் பணிகளில் வளர்சிதை மாற்றம் ஓய்விலிருப்பதுடன் ஒப்பிடும் போது 10 மடங்கு மிகுதியாகிறது. குதித்தல், ஓடுதல், மிதி வண்டியை உந்துதல் போன்ற விளையாட்டுச் செயல்களில் ஒரு நிமிடத்தில் வெளிப்படும் ஆற்றல் மிகுதியடைகின்றது. (1 நிமிடத்திற்கு 22 பெரிய கலோரிகள் வரை) ஆற்றிய கிலோ கிராம் பணிக்கும், அதற்குச் செலவழியும் ஆற்றலுக்குமிடையே தீர்மானமான ஒப்புமை உள்ளது. இவ் வொப்புமை மனிதரில், விலங்குகளில், உடலியங்கியாளர்களைத் திறனைப்பற்றி ஆயத் தூண்டியது. திறனைக் கணக்கிடச் செய்யும் பணியின் அளவு கிலோ கிராமிலும், அப் பணிக்குச் செலவான ஆற்றல் கலோரிகளிலும் தெரியவேண்டும். திறனைக் கீழ்க்கண்ட வாய்பாட்டால் கணக்கிடலாம்.

$$\text{தி } [K] = \frac{\text{ப}}{\text{ஆ}} \left[\frac{W}{H}\right]$$

இதில் 'ப' மொத்தப் பணியைக் கனல் அளவிலும் (ஒரு பெரிய கலோரி கனல்=427 கி. கி. மீ. பணியை

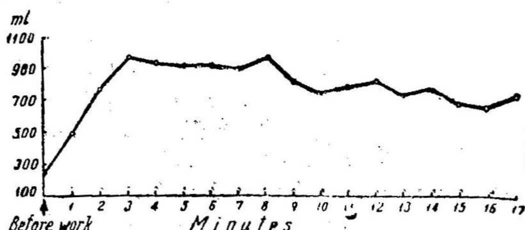
ஒத்திருக்கிறது) 'ஆ' வெளிப்படும் மொத்த ஆற்றலைக் கலோரி களிலும் குறிப்பிடுகிறது. மனிதனின் உச்சநிலைத் திறன் 20 முதல் 25 விழுக்காடாகக் கருதப்படுகிறது. மனிதரின் புறப் பணிகளை கி.கி.மீ. இல் கணக்கிடுவது இயலாததாகையால் பணி யின் அளவை 'ப' கண்டறிதல் மிகக் கடினமானதாகும். தவிர, திறனைத் துல்லியமாகச் சில பணிகளுக்காகக் கணக்கிட்டாலும் புறப்பணிகளின் தொடர்பாக உயிரமைப்பில் நிகழ்ந்த மொத்த ஆற்றல் பரிமாற்றங்களின் அளவை மட்டுமே காட்டுமேயல்லாமல் உடலியங்கியலில் ஏற்படும் மாறுதல்களைக் காட்டாது. தசை களின் தன்மையையும் அதன் செயல்முறைகளையும் ஆராய்ந்ததில் பெரிய தசைகள் இலயமாகச் சுருங்குவதால் அவை இயங்கக் குறைந்த அளவு ஆற்றல் தேவைப்படுகிறதெனக் கண்டறியப் பட்டுள்ளது. சான்முக ஒரு சக்கரத்தைச் சுற்றுதல் பளுவை உயர்த்துவதையும் தாழ்த்துவதையும்விட ஆற்றல் சிக்கன முடையதாகும். சுற்றும் அசைவுகளின், திசை மாறுமலிருப்பதும் பளுவை உயர்த்தித் தாழ்த்தும் போது, நின்ற அசைவுகள் மீண்டும் தொடங்கத் தேவையான தூண்டலுக்காக மிகுதியான ஆற்றல் செலவழிதலும் இதற்குக் காரணங்களாகும். மனிதரில் வெளிப்படும் ஆற்றலுக்குப் பணியின் வேகமானம் இன்றியமையாததாகும். நடத்தல், ஓடுதல், பளுவை உயர்த்துதல், தாழ்த்துதல், மிதிவண்டி உந்துதல் போன்ற ஒவ்வொரு வகையான பணிகளுக்கும் வெளிப்படும் குறைந்த அளவு ஆற்றலைக் கண்டறியலாம். இருந்த போதிலும் களைப்பு முதிர்ச்சி யடையும் நிலைகளை அறிய இயலாததால் இதைக்கொண்டு ஒரு பணிக்குத் தேவையான ஆற்றலைக் கணக்கிட இயலாது.

தசைப்பணிக்கான ஆற்றலைத் துல்லியமாக அளக்க இயலு மெனினும் உழைப்பினுலேயே உருவாகும் களைப்பிற்கு அறிகுறி யாகக் கருத இயலாது. தசைச் செயல்முறைகள், இயக்கம், நிலைத்தன்மை ஆகிய இரு செயல்களை உள்ளடக்குகின்றன. இவ் விரு செயல்களுக்காகவும் ஆற்றல் செலவழிகின்றது. வளிப் பரிமாற்றங்களைப்பற்றிய பல ஆய்வுகளினுல் பணி களைப்பு நிலையை அடையும்போது ஆற்றல் மிகுதியாக வெளிப்படுகின்றது எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

குறிப்பிட்ட தசைச் செயல்முறைப் பயிற்சி அப் பணியில் வெளிப்படும் ஆற்றலுக்கு இன்றியமையாததாகும். பயிற்சியினுல் பணியாற்றும் போது பல தசைக் குழுக்கள் மட்டுமே செயல்படுவ தாலும், உயிர்த்தல் வேகமானம், சுற்றோட்டம், தசைகளின் வேதியியல் இயக்கம் ஆகியன மிகுதியாக மாறுபடுவதில்லை யாதலாலும் வெளிப்படும் ஆற்றல் குறைகிறது.

பலதரப்பட்ட தசைப்பணிகளில் வளிமாற்றங்களைப்பற்றிய ஆய்வுகளிலிருந்து வளிமாற்றங்கள் தசைப்பணிகளின் போது மட்டுமில்லாது பின்னர் சிறிது நேரமும் உயர்ந்த வேகமானத்தில் நிகழ்கின்றதெனத் தெரிகின்றது. தசைப்பணிகளின் பின்னர் நிகழும் மீட்புப்பருவமெனக் குறிப்பிடப்படும் இந்நிகழ் முறைகள் தசைச் சுருக்கத்தின் போது நிகழும் வேதியியல் மாற்றங்களுடன் தொடர்புடையன.

இயக்கத் தசைகளில் பல்வேறு பொருள்கள் உயிரியமிலா வேதியியல் மாறுதல்களை அடைதல் ஆற்றலாக நிலைமாற்றப்பட்டு வேதியியல் ஆற்றலாக வெளிப்படுகிறது. அஃதாவது தசைப் பணிகளாக மாறுகிறது. உயிரியமிலா முறைகளில் சிதைக்கப் பட்ட உயர் அணுத்திரள் பொருள்கள் குருதியால் தசைகளுக்குக் கொண்டுவரப்படும் உயிரியத்தால் மேலும் சிதைக்கப்படுகின்றன. இதனால் வெளிப்படும் மிகுதியான வெளிப்படும் ஆற்றலின் ஒரு பகுதி உயிரியமிலா நிலையில் மாற்றமடைந்த பொருள்களை மீண்டும் உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு நிமிடப்



படம் 149

நீண்ட நேர ஓரளவு உடல் உழைப்பின்போது உயிரியம் உட்கொள்ளப் படும் வேகமானம்(ஒரு நிமிடத்திற்கு மி.லி.யில்).

பணிக்கு உயிரியமிலா வளர்சிதை மாற்றங்களின் விளை பொருள்களை உயிரியமேற்றத் தேவைப்படும் உயிரிய அளவு 'உயிரியத்தேவை' என்று குறிப்பிடப்படும். ஒருநிமிடப் பணியில் உடல் உட்கொள்ளும் உயிரிய அளவு உயிரியத்தேவைக்கு ஒப்பாக இருந்தால் தசைகளிலும் குருதியிலும் குறைவாக உயிரியமேற்றப் பட்ட பொருள்களின் அடர்நிலை பணியின் போது உயராது. இந் நிலைகளில் நிலைத்த உட்கொள்ளும் உயிரிய வேகமானம் உருவாகத் தசைப்பணி முழுதும் ஏறத்தாழ ஒரே நிலையில் நிலைத் திருக்கிறது. நிலையான உயிரிய வேகமானம் ஏற்படுதலினால் பணியைத் தொடர்ந்து நீண்ட காலத்திற்குச் செய்ய இயலும்.

உயிரியம் உட்கொள்ளப்படும் வேகமானத்தின் நிலைத் தன்மை தசைப்பணியின் கடுமையைப் பொறுத்தும் தன்மையைப்

பொறுத்துமிருக்கிறது. 1 முதல் 2 கிலோ மீட்டர் வரை மிகவேகத்தில் ஓடும்போது ஏறத்தாழ ஒரு நிமிடத்திற்கு 3 முதல் 4 (4·5) லிட். வரை உயிரியம் உட்கொள்ளப்படுகிறது.

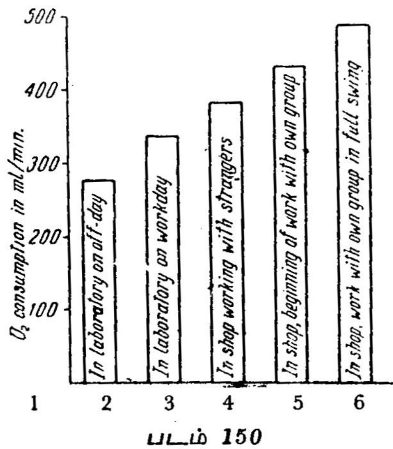
உயிரியத் தேவை நிறைவு செய்யப்படுவது நுரையீரல் உயர்த்தல் சுற்றோட்டம் ஆகியவற்றின் செயல்களைப் பொறுத்திருக்கிறது. பணி தொடங்கிய முதல் நிமிடங்களில் (2 முதல் 3 நிமிடங்கள் வரை) உட்கொள்ளப்படும் உயிரியம் தேவைக்குக் குறைவாக இருக்கும். நுரையீரல் கொள்ளளவும், சுற்றோட்டக் கொள்ளளவும் உடனே தசைகளுக்குத் தேவையான உயிரியத்தைக் கொடுக்கும் அளவு மாற்றமடையாததே இதற்குக் காரணமாகும். இதனால்தான் பணியின் தொடக்க நிலைகளில் பெருக்கமடையும் குறைவாக உயிரியமேற்றப்பட்ட பொருள்கள் பணிக்குப்பின் உயிரியமேற்றப்பட வேண்டியிருக்கிறது. பணியின் பின்னர்க் கூடுதலான உயிரியம் இப் பொருள்களை உயிரியமேற்றச் செலவழிக்கப்பட வேண்டியிருக்கிறது. இக் கூடுதலளவு உயிரியம் 'உயிரியக்கடன்' என அழைக்கப்படுகிறது (ஃகில்).

பணியின் தொடக்க நிலைகளில் உயிரியமேற்றப்படாத பொருள்கள் அனைத்தும் பணிமுடியும் வரை உயிரியமேற்றப் படாமலிருக்கிறதெனவும் பணி முடிந்த பின்னரே உயிரியக் கடன் தீர்கிறதெனவும் ஒரு காலத்தில் நம்பப்பட்டது. பணி நடக்கும் போதே பகுதி உயிரியக்கடன் தீர்க்கப்படுவதால் இக் கருத்துத் தவறானதென நிறுவப்பட்டது. இத்துடன் பணியின் பின்னர் உட்கொள்ளப்படும் மிகுதியான உயிரியம் உயிரியமிலா சிதைவில் பெருக்கமடைந்த பொருள்களை உயிரியமேற்றுவதற்கு மட்டு மல்லாது தசைப்பணிகளில் மாற்றமடைந்த வளர்சிதை மாற்றங் களுக்காகவும் பயன்படுகிறது. பணியின்போது உயர்வடைந்த தசைகளின் வளர்சிதை மாற்றங்கள் பணி முன்னிலைக்கு உடனடி யாகத் திரும்பாமல் படிப்படியாகவே திரும்புகிறது. தசைப் பணியின்போது உட்கொள்ளப்படும் உயிரியம், உயிரியத் தேவையை நிறைவு செய்ய இயலா அளவு கடினமாயிருந்தால் உயிரியக் கடனைத் தீர்ப்பதற்காகப் பணி முடிந்த பின்னரும் தொடர்ந்து மிகுதியான உயிரியம் உட்கொள்ளப்படவேண்டும்.

பல்வேறு தசைச் செயல்களின் தன்மையும் அவைகளின் மீட்புக் காலமும் அட்டவணை 20-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பிக்கோவும் அவரது குழுவினரும் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து மனிதரிலும், விலங்குகளிலும் தசைப்பணிகளின்போது வளிப் பரிமாற்றங்களில் சிறப்புமிகு மாற்றங்கள் ஏற்படுவதாகத் தெரி கின்றது. இம் மாற்றங்கள் வளர்சிதை மாற்ற நரம்புக் கட்டுப்

பாட்டுடன் தொடர்புடையன. முன்னர் வளர்சிதை மாற்றங்கட்குத் தொடர்பற்ற அடையாளங்களை (சான்ருக ஒளி, ஒலி) குறிப்பிட்ட கடினத் தன்மையுடைய தசைப்பணிகளுடன் சேர்த்துப் பயன்படுத்துவதன்மூலம் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் முதிர்ச்சியடைதல் இயல்வதாகும். ஆய்வுக் கூடத்தில் கண்டறியப்பட்ட இவ் வுண்மைகள் தொழிற்சாலைகளிலும், விளையாட்டுகளிலும் நிறுவப்பட்டன. நீண்டகாலப் பயிற்சியுடைய பணியாளனின் வளிப் பரிமாற்றங்கள் ஆய்வுக் கூடத்தில் கடையில் இருப்பதைவிடக் குறைவாகும். கடைப்பணியாளரில் வளிப் பரிமாற்றங்கள் கடையில் பணியாற்றும்போதைவிட ஓய்வில் குறைகின்றன. ஒரு பணியாளர் தன் குழுவினருடன் பணியாற்றும்போது உயரும் வளிப் பரிமாற்றங்கள் மற்ருெரு குழுவினருடன் பணிபுரியும்போது உயர்வதில்லை. தசைப்பணியின் தொடர்பான அடையாளத் தூண்டுகை பணியாளரின் ஓய்வின்போது மட்டுமில்லாது பணியாற்றும் போதும் வளர்சிதை மாற்றங்களை மிகுதிப்படுத்துகின்றது. இவ் வுண்மையை விளையாட்டு அரங்குகளில் போட்டிக் குழுவினரை ஆய்வதன்மூலம் உறுதிப்படுத்தலாம். விளையாட்டாளர்களில் போட்டி தொடங்குமுன்னரே வளிப் பரிமாற்றங்கள் உயர்கின்றன. இத் தன்மையைப் பயிற்சிபெற்றவர்களில் மிகுதியாகக் காணலாம். 100 மீட்டர் ஓடக் கருதி ஓடி 30 மீட்டர்களில் நின்ருலும் 100 மீ. ஓடுவதற்கான ஆற்றல் உருவாகிறது. இதிலிருந்து ஓட்டமும் அதன் சுழல்களும் ஓடத் தொடங்குமுன்ரே 100 மீட்டர் ஓடத் தேவையான ஆற்றல் பரிமாற்றங்களை உருவாக்குகின்றன எனத் தெளிவாகின்றது.



படம் 150

தொழில் உழைப்பினுடன் தொடர்பான அடையாளத் தூண்டுகை. உயிரியம் உட்கொள்வதில் ஏற்படுத்தும் மாற்றங்கள்.

1. உட்கொள்ளும் உயிரியம் ஒரு நிமிடத்திற்கு மி.லி.யில்
2. ஆய்வுக் கூடத்தில் விடுமுறை நாளில்
3. ஆய்வுக் கூடத்தில் வேலைநாளில்
4. கடையில் அயலாருடன் பணி புரியும்போது
5. கடையில் தெரிந்தவர்களுடன் பணி தொடங்கும்போது
6. கடையில் தெரிந்தவர்களுடன் முழு மூச்சுடன் பணியாற்றும் போது.

அட்டவணை 20

தசைப்பணிகளின் போதும் மீட்புக்காலத்தின்போதும் உட்கொள்ளப்படும் உயிரியம்

(Oxygen Consumption During Muscular Work and During the Recovery Period)

[கொன்ராடி, சுலோநிம், பேர்ஃபெல் ஆகியோரின் ஆய்வு முடிவுகள்.]

பணியின் பெயர்	பணியின் காலம் (விநாடிகளில்)	பணியின் போது உட்கொள்ளப்படும் உயிரியம் (லிட்டர்களில்)	உயிரியக் கடன் (லிட்டர்களில்)	மீட்புக் காலம் (நிமிடங்களில்)	பணியின் போது உட்கொள்ளப்படும் உயிரியத்திற்கும் உயிரியக் கடனுக்குமுள்ள விகிதம் (%)
100 மீட். வேக ஓட்டம்	13·6-15·8	—	6·5-10·1	18	88-94
10,000 மீட். ஓட்டம்	41·15	—	22·8	25	15
சூடான உலோகத்தை உருக்குதல்	60	1·2-1·6	1·9-3·0	7-11	60·65
சம்மட்டி அடித்தல்	120	1·1	0·4-0·5	6-7	25·30
மூட்டை தூக்குதல்	குறிப்பிடாக் காலம்	1·5 (நிமிடத்திற்கு)	3·5	9	—
ரொட்டியை அடுக்குதல்	,,	0·7 (1 நிமிடத்திற்கு)	0·6	3	—

பல்வேறு தொழிலுகட்கு ஒன்றன்பின் ஒன்ருக ஓடிஞல் அவற்றிற்குத் தேவையான ஆற்றல் பரிமாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. இப் பரிமாற்றங்கள் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகளில் வளர்சிதை மாற்றங்களைக் கட்டுப்படுத்துவதைப் பொறுத்திருக்கின்றன.

புறணியின் தூண்டல்களால் வளிப் பரிமாற்றங்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களைப்பற்றிய ஆய்வுகளிஞல் நரம்பு மண்டலத்தின் வயத்தன்மையால் திசுக்களின் வளர்சிதை மாற்றங்களில் ஏற்படும் வேறுபாடுகளையறிய இயலுகின்றது. திசுக்களின் செயல்முறைகளில் மாற்றமில்லாமல் அதன் வேதியியல் முறைகளில் மட்டுமே மாற்றங்களை விளக்கும் இவ் வயத்தன்மைகள் 'நீர்ம வயத்தன்மைகள்' எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. திசுக்களுக்கான புறணியின் வயத்தன்மைகள் பரப்பப்படச் சரியான பாதையை வகுத்தளிப்பதால், நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் வயத்தன்மைகளும் இன்றியாதனவாகும். கேடயச் சுரப்பியை நீக்கி அல்லது அதன் செயல்முறைகளை மீதைல் தயோயூரோசில்மூலம் தடைபடுத்திச் செய்த ஆய்வுகளில் திசுக்களின் வளர்சிதை மாற்றப் புறணியின் வயத்தன்மைகள் மறைதல் கண்டறியப்பட்டது. இந் நிலைகளில் கேடயச் சுரப்பி நீர்மத்தை உட்செலுத்துவதஞல் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் முதிர்ச்சியடைவதில்லை. மூளையடிச் சுரப்பியின் நீர்மங்களும் புறணியின் வயத்தன்மைகளைப் பரப்புவதில் இன்றியமையாத பங்கேற்கின்றன.

உடலியங்கியல் அடிப்படையில் உணவுப் பங்கீடு (Physiological Principles of Food Rationing)

உணவுப் பங்கீட்டின் உடலியங்கியல் கோட்பாடுகள் உடலியங்கத் தேவையான உணவூட்டத்தை முதன்மையாகக் கொண்ட பல உண்மைகளின் அடிப்படையில் அமைந்திருக்கின்றன.

வளிப் பரிமாற்ற ஆய்வுகளின்மூலம் பல இனங்களுக்கும், வயதிற்கும், பல்வேறு பணிகளுக்கும் தேவையான ஆற்றலை அஃதாவது உணவூட்ட அளவுகளைக் கண்டறியப்படுகிறது. தனிப்பட்டவர்கள் வேலை செய்யும்போது 8 மணி நேரத்தில் வெளிப்படும் ஆற்றல் கணக்கிடப்படுவதன்மூலம் இவ் வாற்றல் தேவைகள் கண்டறியப்படுகின்றன. இவ்வாற்றல் அளவுடன் வேலை செய்யப்படாதபொழுது, நடக்க, நிற்க, உண்ண ஆகியவற்றிற்குத் தேவையான ஒரு மணி நேரத்திற்கு ஒரு கி. கிராம் உடல் எடைக்கு ஏறத்தாழ 1·5 பெரிய கலோரிகள் ஆற்றலும்

சேர்த்துக்கொள்ளப்படுகிறது. (முழு ஓய்வில் இரைப்பையில் உணவில்லாதபோது இவ்வாற்றல் அளவு ஒரு பெரிய கலோரி யாகும்.)

ஆய்வுகளிலிருந்து, படுக்கையிலிருக்க வேண்டியவர்களுக்கு ஒரு நாளைக்கு ஏறத்தாழ 1600 முதல் 1700 பெரிய கலோரிகள் அல்லது ஒரு மணி நேரத்திற்கு 1 கி. கிராம் உடல் எடைக்கு 1 முதல் 1·1 கலோரிகள் தேவைப்படுகிறது எனவும் அலைந்து திரிந்தவர்கட்கு ஒரு நாளைக்கு 2500 பெரிய கலோரிகள் தேவைப் படுகிறதெனவும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

ஆற்றலைப் பொறுத்துக் கீழ்க்கண்ட நான்கு குழுக்களாகப் (குறிப்பிட்ட பணியில் தேவைப்படும் உணவு ஊட்டத்தைப் பொறுத்து) பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு நாளைக்கு முதற் குழு வினரில் 2200 முதல் 2400 பெரிய கலோரிகள் ஆற்றல் வெளிப் படும் (உட்கார்ந்த நிலையில் சிறு பணிகளைச் செய்பவர்). இரண் டாவது குழுவினரில் 2600 முதல் 2800 கலோரிகள் ஆற்றல் வெளிப்படும் (எளிய தசைப்பணிகளைச் செய்பவர்). மூன்றாவது குழுவினரில் 3400 முதல் 3600 பெரிய கலோரிகள் வெளிப்படும். (இடைப்பட்ட பணியைச் செய்பவர்). நான்காவது குழுவினரில் 5000 பெரிய கலோரிகள் ஆற்றல் வெளிப்படும். (கடினத் தசைப்பணியை உடையோர்).

இவ் விளைவுகள் அனைத்தும் தேவையான ஆற்றலுக்கு ஏற்ற உணவூட்ட அடிப்படையில் மதிப்பிடப்பட்டுள்ளன. இவ் வளவுகள் அனைத்தும் மருத்துவ ஆய்வால் சரிபார்க்கப்பட வேண்டும். (குழந்தை நிலையங்கள், உண்ணும் அறைகள், மருத்துவ விடுதிகள் ஆகியவற்றில் ஆராயப்பட வேண்டும்) நன்கு நிலைநாட்டப்பட்ட சில ஆற்றல் தேவைகள் அட்டவணை 21-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

உணவுப் பங்கீடு, செலவான ஆற்றலை மீண்டும் தருவதற்கு மட்டுமின்றி உடலிழந்த புரதங்களை மீண்டும் பெறுமாறு அமைய வேண்டும். பங்கீடு வளர்ச்சிக்குத் தேவையானவற்றைத் தருவதுடன் நல்ல நலத்துடன் வாழத் தேவையான அளவு தன்மை உடையதாகவும் இருக்கவேண்டும். ஆகவே ஆற்றல் வெளிப்படல் அதற்குத் தேவையான உணவை உடல் திரும்பப் பெறல் ஆகியன உணவூட்டத்தின் முதன்மையாகும்.

மக்கள் நலமாக வாழ உணவுடன் ஊட்டத்தைச் சேர்த்தல் உட்கொள்ளப்படவேண்டிய அளவு, காலம், சுவையின் இன்றி யமையாமை ஆகியவற்றைத் தற்காலத் தொகுப்பு உடலியங்கியல் அடிப்படையில் கண்டறியப்படுகிறது. தேவையைப் பொறுத்து

அட்டவணை 21

பல்வேறு பணியாளர்கள், மாணவர்கள், குழந்தைகள் ஆகியோருக்கு ஒரு நாளைக்குத் தேவையான ஆற்றல் (பெரிய கலோரிகளில்)

Energy Output of People of Different Occupations, Students and Schoolchildren per Day (in Large Calories)

(சோவியத் மருத்துவ அறிவியல் கல்விக் கழக உணவூட்ட நிலையத்தின் புள்ளியல்கள்.)

(Data of the Institute of Nutrition of the Soviet Academy of of Medical Sciences.)

ஆய்வு செய்யப்பட்டவர்கள்	பெரிய கலோரி களின் அளவு
இயந்திரப் பணியாளர்கள்	
உலோகத் தொழிலாளர்: சுற்றுபவர், கருவி செய்பவர்	3300
,, — கொல்லுலையில் பணியாற்றுபவர்	3700—4000
,, — வார்ப்படக் களத்தில் பணியாற்றுபவர்	3500—4100
,, — இருப்புப் பாதையில் பணியாற்றுபவர்	4000—4500
வீடு கட்டும் பணியாளர்கள்	
தச்சர்கள்	4500
கொத்தர்கள்	5000
பூசுபவர்	3900
பண்ணையில் பணியாற்றுபவர்	
இயந்திர ஏர் ஓட்டிகள்	3000
உழவன்	4700—5000
காய்கறித் தோட்டப் பணியாளர்கள்	4100—4400
சூட்டடிப்பவர்	4700—6000
கற்றை கட்டுபவர்	5300—5600
அறுவடை செய்பவர் (கைகளால்)	7200
,, (இயந்திரத்தில்)	3600
மாணவர்களும் பள்ளிக் குழந்தைகளும்	
பள்ளிக் குழந்தைகள் (12 வயதுள்ளவர்கள்)	2800—3000
,, (12-14 ,,)	2400
,, [8-11 ,,)	1900

மனிதன் உண்ணுவது 'பசியார்வம்' என்றழைக்கப்படுகிறது. பசியில் வாழும் பட்டினி உணர்விற்கும் உடலிழக்கும் ஆற்றலுக்கும் முழுவதுமாகத் தொடர்பு இல்லை. ஆகவே மருத்துவ விடுதியிலும், இல்லத்திலும் நோயாளிக்குத் தேவையான உணவுப் பங்கீட்டை உரைப்பது மருத்துவரின் கடமையாகும்.

உணவுக் கலப்பில் கனல் அளவை அறிந்து தேர்ந்த உணவைத் தெரியப் பங்கீட்டு அட்டவணை 22 வாய்ப்பளிக்கிறது. உடலின் எடை மிகுவதற்காக நாள் உணவுப் பங்கீடு வெளிப்படும் ஆற்றலில் 50 முதல் 100 விழுக்காடு உயர்த்தப்படவேண்டும். சான்ருக 2000 முதல் 2500 கலோரிகள் ஆற்றல் வெளிப்படும் காச நோய் மருத்துவமனை நோயாளிகளுக்கு 4000 முதல் 5000 பெரிய கலோரிகள் உணவு கொடுக்கப்படுகிறது. பருத்த உடலின் எடையைக் குறைக்க வெளிப்படும் ஆற்றல் அளவில் பாதி அளவு உணவே கொடுப்பதுடன் மிகுதியாக ஆற்றல் வெளிப்படப் புரத உணவும் உடற்பயிற்சியும் கொடுக்கப்படுவர்.

புரதங்கள், கொழுப்புகள், மாவுப்பொருள்கள் ஆகியன உயிரியமேற்றப்படும்போது குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றல் வெளிப்படுவதன் அடிப்படையில் செர்மன் உடலியங்கியாளர் ரூபனர் சில உணவுப் பொருள்களுக்கு அதே அளவு கனல் மற்ற பொருள்களைக் கொண்டு ஈடு செய்ய வியலும் என்ற கோட்பாட்டை மொழிந்தார். இப்படியாக, 4·1 பெரிய கலோரிகள் தரும் 1 கிராம் மாவுப்பொருள் ஒரு கிராம் புரதம் உயிரியமேற்றப்படுதலிஞல் வெளிப்படும் கனல் அளவைத் தரவியலும். ஒரு கிராம் கொழுப்பை 2·2 கிராம் மாவுப்பொருள்கள் அல்லது புரதங்கள் ஈடு செய்ய இயலும். இந்த ஈடு செய்யும் விதம் 'ஒத்த செயல் திற விதி' என்றழைக்கப்படுகிறது.

உணவுப்பொருள்கள் உயிரமைப்பின் ஆற்றலைத் தருவதுடன் உயிரமைப்பு வளரவும் சிதையும் தசை அமைப்புகள் திரும்ப உருவாகவும் தேவையாக இருப்பதால் இவ் விதியின் உடலியங்கியல் சிறப்பு வரையறைக்குட்பட்டதாகும். இவைகளில் புரதம் மிக இன்றியமையாததாகும்.

செரித்தல் உறுப்புகளின் ஆற்றலை வரையறைக்குட்பட்டுச் சிறிதளவு மாவுப்பொருள்களும், கொழுப்புகளும் ஒன்றையொன்று மாற்றிக்கொள்ள வியலும். கல்லீரலில் மிகுதியாகத் தங்குவதாலும் ஆற்றல் பரிமாற்றங்கள் மிகுதியாவதாலும் புரத உணவுமட்டுமே உடலுக்கு நல்லதல்ல. கொழுப்புகள் அமிலத் தன்மையை ஏற்படுத்துவதால் மிகுதியான ஆற்றல் உருவாவதற்காகக் கொழுப்புகளை மிகுதியாக உட்கொள்ளுதலும் ஏற்றதல்ல.

அட்டவணை 22

சில உணவுகளின் கனல் அளவும் அவைகள் உள்ளடக்கும் தன்வய மாகும் புரதங்கள், கொழுப்புகள் மாவுப் பொருள்கள் ஆகியனவும்

(Coloric Equivalents of Certain Foods, Their Content of Proteins, Fats and Carbohydrates Considering the Extent to which They are Assimilated)

உணவுப்பொருள்கள்	கலோரிகளின் அளவு 100 கிராமுக்கு	உள்ளடக்கம் (விழுக்காட்டில்%)		
		புரதங்கள்	கொழுப்புகள்	மாவுப் பொருள்கள்
ரொட்டி கடினமானது	237	6·8	0·7	48·2
,, மெதுவானது	264	6·3	0·4	58·6
கம்புவகை	340	11·5	1·0	71·6
கோதுமைமாவு	354	10·8	0·7	75·8
அரிசி	350	8·0	0·3	79·0
பறவை வகை	355	13·4	0 9	7·41
பார்லி	355	8·5	1·1	7·78
மாட்டிறைச்சி	320	15·8	28·5	—
,,	250	12·0	29·3	—
பன்றி இறைச்சி	337	16·3	30·1	—
,,	270	13·4	24·2	—
பன்றியின் தொடை இறைச்சி	230-320	15-13	14·4-29·0	—
கொழுப்பு	898	—	100·0	—
வெண்ணெய்	768	1·0	86·6	0·5
கடல்மீன் வகை	141	19.5	7·1	—
,,	79	11·2	3·9	—
கடல் பெருமீன் வகை	104	25.4	0·3	—
உருளைக் கிழங்கு	73	2·2	0.1	18·4
முட்டைக்கோசு	31	1·6	0·3	5·6
புதிய தக்காளிப் பழங்கள்	23	0·9	0·4	3·9
வேகவைக்கப் பட்ட அக்காரக் கிழங்கு	25	2·3	0·1	7·4
முழுப் பால்	69	3.3	0·4	5·0
வெண்ணெய் எடுக்கப்பட்ட பால்	37	3·4	0·3	5·1
பாலேடு	194	25·0	18·5	4·5
பாலடைக்கட்டி	420-460	26-29	34-36	0·3-4·0
இன்பசைத் துண்டு	610	12·9	48·7	31·3
சர்க்கரை	400	—	—	100·0

உட்கொள்ளப்படும் 400 முதல் 600 கிராம் மாவுப் பொருள்களிலிருந்து செலவழியும் ஆற்றல் முழுதும் உருவாகிறது. ஆற்றல் வெளிப்படுவதைப் பொறுத்து மாவுப்பொருள்களின் தேவையும் மிகுதியாகும். செலவழியும் ஆற்றலை ஈடுசெய்யமட்டு மல்லாமல் உடல் வளர்ச்சியடையவும், உணவு தேவையாக விருப்பதால் குழந்தைகளுக்கும், வளர்பவர்கட்கும் உணவு தேவைப்படுகிறது.

குழந்தைகளுக்கு 3வயது வரை ஒரு கி.கி. எடைக்கு 3·5 கிராம் புரதமும், 3 முதல் 15 வயதுவரை 2·5 கிராம் புரதமும், 15 முதல் 17 வயது வரை 2 கிராம் புரதமும் தேவைப்படுகிறது. தேவையான மொத்த உணவின் அளவைக் கலோரிகளாகக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம். 1 நாளைக்கு 1 முதல் 2 வயது வரையுள்ள குழந்தைக்கு 840 பெரிய கலோரிகள், 2 முதல் 3 வரை 1000 கலோரிகள், 3 முதல் 5 வரை 1200 கலோரிகள், 5 முதல் 7 வயதுவரை 1400 கலோரிகள், 7 முதல் 9 வயதினருக்கு 1680, 9 முதல் 11 வயதுவரை 1920, 11 முதல் 12 வரை 2160, 12 முதல் 15 வரை 2400 பெரிய கலோரிகள் தேவைப்படுகின்றது. இத்துடன் தசைப்பணிகளுக்குச் (ஏறத்தாழ ஒரு மணி நேரத் தசைப் பணிக்கு 50 கலோரிகள்) செலவழியும் கலோரிகளும் சேர்த்துக் கொள்ளப்பட வேண்டும்.

மூன்று அல்லது நான்கு முறை உண்பது நல்ல உணவுப் பழக்கமாகும். அடிக்கடி உணவு உண்பது பசியார்வமின்மையையும் காலங்கழித்து உண்பது பசி உணர்வையும் தோற்றுவிக்கும். நோயாளிகளுக்கான உணவுத் திட்டமுறை தனி அறிவியல் துறையாக வளர்ந்திருக்கிறது - 'உணவு விதிமுறை'.

பல்வேறு சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளில் வெளிப்படும் ஆற்றல்
(Energy Output Under Influence of Various Environmental Factors)

பிறப்பிலேயே தோன்றிய பழக்கப்படாத மறுவினைகள் வளர்சிதை மாற்றங்களை வயப்படுத்துவதன்மூலம், வளர்சிதை மாற்றங்களின் அடிப்படையான வேதியியல் நிகழ்முறைகளில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துவதுடன், உடலிலிருந்து வெளிப்படும் ஆற்றலிலும் மாறுதல்களை விளைவிக்கின்றன. புறச்சூழலின் வெப்பம், உணவு உட்கொள்ளல், செரித்தல் முறைகள் தசைப் பணிகள் ஆகிய காரணிகள் வளர்சிதைவில் மாற்றங்களை விளைவிக்கின்றன. இவ் வனைத்துக் காரணிகளும், உடலியங்கியலில்

இவை விளைவிக்கும் மாறுதல்களும் வழக்கமான உயிர்மச் செயல்களிலிருந்து தனித்திராமல் ஒன்றையொன்று சார்ந்திருக்கின்றன. வளர்சிதைவின் இவ் வயத்தன்மைகள் ஒவ்வொன்றும் மனிதரின் அல்லது விலங்கின் உயிர்ம அமைப்பில் பங்கேற்கும் பல்வேறு அடையாளத் தூண்டுகைகளுடன் இணைந்திருக்கின்றன.

புறச்சூழலின் வெப்பமாற்றம் உண்பது, தசைப்பணிகள் ஆகிய காரணிகளால் விளையும் வளர்சிதை மாற்றங்கள் பிறப்பில் தோன்றித் தனித்து வாழும் நிலையை அடைந்தபின்னரும் தொடர்ந்து நிகழ்கின்றன. வளர்சிதைவின் கட்டுப்பாடு முழுமையும் இப் பழக்கப் படுத்தப்படாத மறுவினைகளின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளதால் புறச்சூழலின் கூட்டுவயத் தன்மைகள் வளர்சிதைவில் விளைக்கும் மாற்றங்களைப் பகுத்தாயும் போது கருத்திற்கொள்ள வேண்டும்.

இயற்கை நிலைகளில் நிலைத்திருக்கும் வளர்சிதைவின் வேகமானம், தட்பவெப்பம், பருவகாலம், வளிமண்டல அழுத்தம் போன்ற பல்வேறு புறச்சூழலின் காரணிகளைப் பொறுத்திருக்கிறது.

புறச்சூழலின் வெப்பம் வளர்சிதைவில் ஏற்படுத்தும் மாற்றங்களை நன்கு அறிய இயலும். குறைந்த வெப்பநிலையில் வளர்சிதை மாற்றம் உயர்கிறது; வெப்பம் உயரும்போது குறைகிறது. வெப்பமிகுந்த சூழ்நிலையில், நீடித்துத் தங்கும் விலங்குகளில் அடிப்படை வளர்சிதைவும், உணவின் சிறப்பியக்கச் செயலும் குறைகிறது. குறைந்த வெப்பநிலையில் தங்குமானல் இதற்கு மாருன விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. இம் மாற்றங்கள் புறணியின் வயத்தன்மைகளையும் சார்ந்திருக்கிறது. சான்ருகப் பெருமூளை சிதைக்கப்பட்டால் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப மாறும் இவ் வளர்சிதை மாற்றங்கள் மறைந்துவிடுகின்றன. குறைவளி அழுத்தம், வளர்சிதைவில் விளைக்கும் மாற்றங்களைப்பற்றிச் சரியாக அறியப்படவில்லை.

பல்வேறு பருவங்களில் வேறுபடும் வளிப் பரிமாற்றங்களுக்குச் சான்ருக வெப்பம் ஒளித்திட்டமுறை போன்ற பல காரணிகளின் வயத்தன்மைகள் காரணமாகும். உருசியாவில் நடுநிலை அழுத்தமுள்ள இடங்களில் இளவேனிற் காலத்தில் அடிப்படை வளர்சிதைவு உயர்ந்தும், கோடை காலத்தில் குறைந்தும் இலையுதிர் காலத்தில் மீண்டும் உயர்ந்தும் இருக்கிறது. குளிர் காலத்தில் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் மிகவும் குறைவாயுள்ளது.

தட்ப, வெப்பநிலை மாறுபாடுகளால் வளிப் பரிமாற்றத்தில் குறிப்பாக அடிப்படை வளர்சிதைவில் குறைவான மாறுதல்களே விளைகின்றன. சோவியத் கூட்டமைப்பின் வெப்பப் பகுதிகளில் சான்ருக நடுஆசியாவின் பாலைவனப் பகுதியில் வளர்சிதைவு நிலையாகக் குறைந்திருக்கின்றது. இதைப்போன்ற மாறுபாடுகள் ஆசியா அமெரிக்கா ஆகியவற்றின் தெற்குப் பகுதிகளில் காணப் படுகின்றன. மனிதர்களுக்குச் செயற்கையான தட்ப வெப்ப நிலைகளை உருவாக்கிக் கொள்ளுதல் ஆடை அணிதல், வாழவீடுகள் ஆகிய வாய்ப்புகள் அமைந்திருப்பதால் விலங்குகளைவிடக் குறைவான மாற்றங்களே ஏற்படுகின்றன. தவிரவும் வெப்பப் பகுதி விலங்கு இனங்கள், நடுஅழுத்த நிலைகளிலும் நிலக்கோடிப் பகுதியிலும் வாழும் விலங்குகளைவிடக் குறைவான வளர்சிதை வினையே உடையன.

புறச்சூழலின் பல்வேறு காரணங்களுக்கு எதிர்ச்செயலாக வளர்ச்சியடையும் பழக்கப் படுத்தப்பட்ட மறுவினைகளால் வாழ்க்கை, சூழ்நிலையைப் பொறுத்தும் உடலின் செயல் முறைகளைப் பொறுத்தும் வளர்சிதைவு மாற்றமடையச் செய்யப்படு கின்றது. மிக வேறுபட்ட சூழ்நிலைகளுக்கேற்ப முதிர்ச்சி அடையும் வளிப் பரிமாற்றப் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் உயிர மைப்பில் வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதவையாகும். உடலைச் சுற்றியுள்ள இடத்தைப் பொறுத்து வளிப் பரிமாற்றங்கள் வேறு படுகின்றன—பார்வைத் தூண்டுகை. பலவிலங்குகளில் சான்ருக செம்மறி ஆட்டில் இப்பார்வைத் தூண்டுகை இனவழி வந்ததாகும். செம்மறி ஆடுகள் திறந்த வெளியை அடையும் பொழுது வளர்சிதைவின் வேகமானம் மிகுதியாகிறது.

35. கனல் பரிமாற்றமும் உடல் வெப்பக் கட்டுப்பாடும்

(Heat Exchange and Regulation of the Body Temperature)

உடலுக்கும் புறச்சூழலுக்குமிடையே வெப்பப் பரிமாற்றம்

(Heat Exchange Between the Body and the External Environment)

உடலில் நிகழும் உயிர்முறைகளால் தொடர்ச்சியாகக் கனல் உருவாகிறது. உருவாகும் கனல் உடலால் இழக்கப்பட்டுப் புறச்சூழலுக்குள் செல்கிறது. உடலைச் சுற்றியிருக்கும் காற்றை வெப்பப்படுத்துதல் (பரவுதல் மூலம் வெப்ப இழப்பு) உடலின் வெப்பப் பகுதியிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறுதல் (வெளியேறும் வெப்பம்) தோல், நுரையீரல்களின் வழியாக நீரை ஆவியாக வெளியேற்ற வெப்பம் செலவிடப்படல் போன்ற இயக்கியல் விதிகளால் வெப்ப இழப்பு ஆளப்படுகிறது. தோலின் நுரையீரல்களின் வழியாக 34°C நிலையில் வெளியேறும் வெப்பம் ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் எனப்படும். 1 கிராம் நீரை 34°C வெப்பநிலையில் ஆவியாக்க 580 கலோரிகள் கனல் செலவாகிறது. இத்துடன் உட்கொள்ளப்பட்ட உணவு, நீர், உள் உயிர்க்கப்பட்ட காற்று ஆகியவற்றை வெப்பப்படுத்தவும் சிறிதளவு வெப்பத்தை உடல் செலவழிக்கின்றது.

உடலில் எவ்வளவு வேகமாகக் கனல் உருவாகிறதோ அவ்வளவு கனலும் முற்கூறிய மூன்று வழிகளிலும் உடலிலிருந்து வெளியேறினால்தான் நிலைத்த உடல் வெப்பநிலையிலிருக்க இயலும். சூழ்நிலையின் 20°C வெப்பநிலையில் பல்வேறு வழிகளில் இழக்கப்படும் கனலின் அளவுகளாவன :

உயிரமைப்பு இழக்கும் கனல் (% விழுக்காட்டில்)
Heat loss of the organism (in%)

பரவுதல் (Convection)	...	31·0
வெளியேறுதல் (Radiation)	...	44
ஆவியாதல் (Evaporation)	...	21·5
உணவை வெப்பப்படுத்த	...	1·5
நுரையீரல்களில் காற்றை வெப்பப்படுத்த	...	1·3
சிறுநீருடன், மலத்துடன் இழக்கப்படும் வெப்பம்		0·7

ஒருவரில் உருவாகும் கனலும், இழக்கப்படும் கனலும் ஒரே அளவானதாயிருந்தால் உடல் வெப்பம் நிலைத்த நிலையிலிருக்கும். கனல் உருவாதலுக்கும், இழக்கப்படுவதற்கும் இடையே விகிதம் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்கு மாறுபட்டால் உடலில் வெப்பநிலையில் மாறுதல்கள் ஏற்படும். கனல் உருவாவதற்கு மிகுதியாக இழக்கப்பட்டால் உடல் வெப்பநிலை குறையும். மாறாகக் குறை வாக இழக்கப்பட்டால் உயரும்.

உடலியங்கியல் முறைகளை வெப்பம் வயப்படுத்துதல் (Influence of Temperature on Physiological Processes)

விலங்கில் வாழ்வியல் நிகழ்வு முறைகள் அனைத்தும் குறைந்த அளவு அக வெப்பமான 0°C முதல் 45°C வெப்பநிலையில்தான் நடைபெற இயலும். இவ் வரையறை வெப்பநிலையில் மட்டுமே தான் வளர்சிதைவின் தொடர்பான நொதிப்பு மாறுபாடுகள் நடைபெறும்.

மனிதர்களும் விலங்குகளும் குறிப்பாக நிலைத்த வெப்ப நிலையை உடைய உயர்ந்த பாலுண்ணி விலங்கினங்கள் விரிந்த வெப்பமாறுபாடுகளைத் தாங்க இயலாது. மனிதரில் வெப்பநிலை 22 முதல் 25°C கீழ்க் குறைதல் அல்லது 43°C. மேல் உயர்தல் ஆகியன பேரிடர் தருவனவாகும். குறிப்பாக நரம்பு அணுக்கள் வெப்ப மாறுதல்களுக்கு மிக்க கூருணர்ச்சி உடையவையாகும்.

உடலின் உயிர்மச் செயல்களை வெப்பம் மிகுதியாக வயப்படுத்துகின்றது. வேதியியல் மாறுபாடுகளின் வேகமானம் மாறுதலடைவதே, இதன் இயக்கி - வேதியியல் அடிப்படை யாகும். இது Q10 என்ற விதியால் குறிப்பிடப்படுகிறது (வான்கோப்பின் விதி). இவ் விதியின்படி 10°C வெப்பநிலை உயரும் போது வேதியியல் மாற்றங்கள் இருமடங்காக உயர்கிறது. (Q-10 விதியின் வெப்பமடங்கெண்) வான்கோப்பின் விதி புறத்தில் நிகழும் ஓர் அணுத்திரள் வேதியியல் மாற்றங்களுக்கு மட்டுமே

பொருந்தும். உடலில் நிகழும் வேதியியல் மாற்றங்களின் நொதிகள் அனைத்தும் புரதங்கள் ஆதலால் குறிப்பிட்ட வரையறைக்கு மேல் வெப்பநிலை உயர்ந்தால், இவை செயலறுகின்றன. நொதித்தல் மாறுபாடுகள் வெப்பநிலையைச் சார்ந்திருப்பதை வரைபடம் மூலம் குறிப்பிட்டால், இவ் வரைபடம் உகந்த நிலைவரை உயர்ந்து பின்னர் இறங்குகிறது.

வளர்சிதைவைக் கட்டுப்படுத்துவதன்மூலம் நரம்பமைப்பு பாலுண்ணிகளிலும் பறவைகளிலும் வெப்பத்தைக் கட்டுப் படுத்துதல், வெப்ப மடங்கெண்ணின் மற்றுமொரு சிறப்பியல் பாகும். நடுநரம்பு மண்டலம் தடை படுத்தப்பட்டால் (சிதைத்தலால் அல்லது மயக்க மருந்தால்) வளர்சிதைவு புறச்சூழலின் வெப்பத்தைச் சார்ந்திருப்பது மிகுதியாகிறது. திசுக்களின் வெப்பம் மாறுதல்களுக்கிடையேயும் அவைகளில் நிகழும் வேதியியல் நிலைமாற்றங்களை நிலைநிறுத்துகிறது. படிமலர்ச்சியில் இக் கட்டுப்பாட்டு முறை உடல் வெப்பத்தை நிலை நிறுத்தும் இன்றியமையா முறையாகும்.

படிமலர்ச்சியின் உயர்நிலைகளில் அகச் சூழலின் நிலைத்தன்மை உருவாவதுடன் உடல் வெப்பமும் நிலைத்த தன்மையாகிறது. பலமுதுகெலும்பிலா இனங்களில் வளர்சிதைவுக் கட்டுப்பாடும், சூழ்நிலைக்கேற்ப உடலின் வெப்பநிலையை மாற்றிக்கொள்ளும் தன்மையை உடையதானாலும் பறவைகளிலும் பாலுண்ணி களிலும் மட்டுமே நிலைத்த வெப்பநிலை அமைந்துள்ளது. இந் நிலைத்த வெப்பநிலை நரம்பு மண்டலத்தின் முன் பகுதிகளுடன் தொடர்புடையது. தேனீக்களில், வெப்பத்தை நிலைநிறுத்தும் சிறப்பான இயக்கச் செயல்முறைகள் அமைந்துள்ளன.

வெப்பக் கட்டுப்பாடுபற்றிய பொதுக் கருத்துகள் (Concept of Heat Regulation)

விலங்குகளில் பல உடலியங்கியல் செயல்களைக் கட்டுப் படுத்தும் சிறப்பு நரம்பியக்க முறையால் நிலைத்த உடல் வெப்ப நிலை நிலைநிறுத்தப்படுகிறது. கனல் உருவாவதையும் இழக்கப் படுவதையும் சமப்படுத்துவதனால் மாறா வெப்பத்தை நிலை நிறுத்தும் உடலியங்கியல் முறைகள் 'வெப்பக்கட்டுப்பாடு' எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இக் கட்டுப்பாடு இல்லா விலங் கினங்கள் மாறும் வெப்பநிலையின வெனவும், இந்த இயக்க முறையை உடையவற்றை மாறா வெப்பநிலையினவெனவும் குறிக் கின்றனர். முன்னர் இவை முறையே குளிர் - குருதியினங்

களெனவும் வெப்ப - குருதி விலங்கினங்களெனவும் அழைக்கப் பட்டன.

மாறும் வெப்பநிலை விலங்குகளில் வெப்பக் கட்டுப்பாடு நுட்ப முறை இல்லாததால் சிலபோழ்து (சுற்றுப்புற வெப்பம் உயர்ந்த நிலையில் அல்லது தசைப்பணிகளில்) இவைகளில் மிகுதியான வெப்பநிலையைக் கொண்டிருக்கும். சான்றுகச் சூரிய ஒளியில் பல்லியின் வெப்பம் 40°C வரை உயர்கிறது. அதேபோழ்து மத்திய தரைப்பகுதிக் கடல்மீன் வேகமாக நீந்தும்போது அதன் வெப்பநிலை 36°C-க்கு உயர்கிறது. பூச்சிகள் கோடைக்காலத்தில் பறக்கும்போது இதே விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. தசைப்பணி களால் அல்லது ஞாயிற்றினுல் வெப்பப் படுத்தப்படாதபோது மாறும் வெப்பநிலையின் உயிரமைப்புகளின் வெப்பம் புறச்சூழலின் வெப்பத்தை ஒத்திருக்கின்றது. ஆகவே மாறும் வெப்பநிலையின் தங்கள் உயிர்மச் செயல்களுக்குப் புறவெப்பத்தை நம்பியிருக் கின்றன. புறச்சூழலின் வெப்பம் குறையும் போது, உடல் திசுக் களின் வெப்பநிலைக் குறைவால், குறையும் வளர்சிதைவால் இவ் விலங்குகள் செயலறு துயில் நிலையை அடைகின்றன.

மாறு வெப்ப நிலை உயிரமைப்புகளின் நிகழ்வுகள் இதிலிருந்து முழுதுமாக மாறுபடுகின்றன. நிலையான அகவெப்ப நிலையை உடைய இவைகளின் உயிர்மச் செயல்கள் பெரும்பாலும் புறச் சூழலின் வெப்பத்துடன் தொடர்புடையனவல்ல. உருவாகும் கனல் கட்டுப்பாடு, வெளியேறும் கனல் கட்டுப்பாடு எனும் இருவேறு முறைகளே இந் நிலைத்த வெப்பத் தன்மைக்குக் காரண மாகும். இவ்விரு முறைகளும் வளர்சிதைவு, சுற்றேட்டம், வியர்த்தல், இயக்கத் தசைகளின் செயல்முறைகள் ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் நடு நரம்பு மண்டலத்தால் கட்டுப்படுத்தப் படுகின்றன.

சில விலங்குகள், தற்காலிகமாக மாறு வெப்ப நிலையிலிருந்து மாறும் வெப்ப நிலைக்கும் அதேபோல் மாறும் வெப்ப நிலையி லிருந்து மாறு நிலைக்கும் மாறும் ஆற்றலுடையன. குளிர் காலத் தில் அல்லது கோடை காலத்தில் செயலற்றிருக்கும் அனைத்து விலங்குகளும் இவ்வாறு நிலைமாறும் இயல்புடையன. ஆகவே இவை நிலையற்ற வெப்ப நிலையின என்றழைக்கப்படுகின்றன. நிலையற்ற வெப்பநிலைத் தன்மை படிமலர்ச்சியில் மாறு வெப்ப நிலைத் தன்மையின் பின்னர் அடையப் பெறுகிறது. இப் பண்பு வாய்ப்பற்ற சூழ்நிலைகளுக்கேற்ப மாற்றியமைத்துக் கொள்வதற்கு இன்றியமையாததாகும். நிலையற்ற வெப்ப நிலையும் அனைத்து நிகழ்முறைகளைப் போலவே நடுநரம்பு மண்டலத்தாலும் நாள மில்லாச் சுரப்பிகளின் அமைப்பாலும் உருவாக்கப்படுகின்றது.

பருவச் செயலறு நிலை விலங்கில் முன்பே முதிர்ச்சியடைந்த பல்வேறு பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் மறைதலால் உருவாகின்றது. இவ் விலங்குகள் கேடய நீர்மத்தை அல்லது பரிவு நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டும் பொருள்களை உட்செலுத்துவதன்மூலம் துயில் நீங்கச் செய்யலாம்.

கொழுப்புச் சேமிப்பு மிகுதல் போன்ற தசைகளின் வேதியியல் சேர்க்கையில் மாறுதல் அடைவதால்தான் விலங்குகள் பருவச் செயலறு நிலையை அடைகின்றன. திசுக்களிலும், குருதியிலும் சி. ஊட்டம் மிகுதலும் இந்நிலைக்கு இன்றியமையாததாகும். குளிர்காலத்தில் செயலற்று நிலையடையும் பாலுண்ணிகளுக்கு, சுற்றுப்புற வெப்பநிலை மாற்றம் அவ்வளவு இன்றியமையாததல்ல. கோடைகால, குளிர்காலப் பருவச் செயலறு நிலைகளில் மாறும் வெப்ப நிலையில் (வெப்பக் கட்டுப்பாடு) நரம்புச் செயல்முறைகள் முழுதும் தொடர்புறுகின்றன. இருந்த போதிலும் மிகுதியாகக் குளிர்ந்தால் செயலற்றுத் துயிலிலிருக்கும் விலங்கு உடனடியாக விழித்துக்கொள்ளும்.

உடலின் வெப்பநிலையும் அதன் பொதுவான வேறுபாடுகளும்

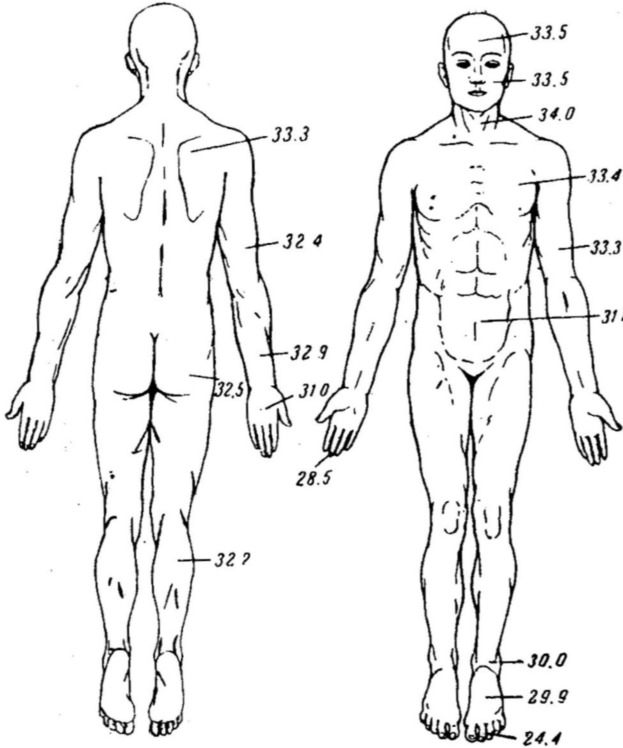
(Body Temperature and Its Normal Variations)

உடல், தோல் ஆகியவற்றின் இட அமைப்பு வெப்பம் (Topography of body and skin temperature): மனித உடலின் வெப்பம் சராசரியாக 37°C ஆக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வளவு பெரும்பாலும் மாறுதலடையும். வலது பகுதி இதயத்தில் குருதியின் வெப்பமே மனிதரின் சரியான வெப்பமாக விருப்பதால், இதை அளப்பது எளிதல்ல. ஆகவே அக்குள் அல்லது குதத்திலிருந்து அளக்கப்படுவது உடல் வெப்பமாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. குதத்தின் வெப்பம் அக்குளின் வெப்பத்தைவிட 0·3° முதல் 0·5°வரை மிகுதியாகும்.

உறுப்பின் எடைக்கு ஒப்பிடும்போது கல்லீரலில் மிகுதியாகக் கனல் உருவாவதால், இதில்தான் மிக உயர்ந்த வெப்ப நிலை கண்டறியப்பட்டுள்ளது. செயல்முறைகளின்போது தசைகளின் வெப்பம் உயர்கின்றது.

நுரையீரலில் மிகுதியான கனல் இழக்கப்படுவதால் நுரையீரல்தமனியின் வெப்பம், இதயத்தின் இடது பகுதி வெப்பத்தை விடமிகுதியாகும். மனிதத் தோலின் வெப்பம் இட அமைப்பைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. தலை, உடம்பு ஆகியவற்றின் தோல்

மிகுதியான வெப்பத்தை உடையன. கை, கால்களின் வெப்பம் அண்மையிலிருந்து சேய்மையில் செல்லச் செல்லக் குறைகிறது. துணியில் போர்த்தப்பட்ட தோல் பகுதிக்கும் போர்த்தப்படாத பகுதிக்கும் நிலையான வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. பழக்கப் படாதவர்களைவிடக் குளிருக்குப் பழக்கப்பட்டவர்களின் கைகால் வெப்பம் மிகுதியாகவும் உடல் வெப்ப நிலையிலிருந்து சிறிது

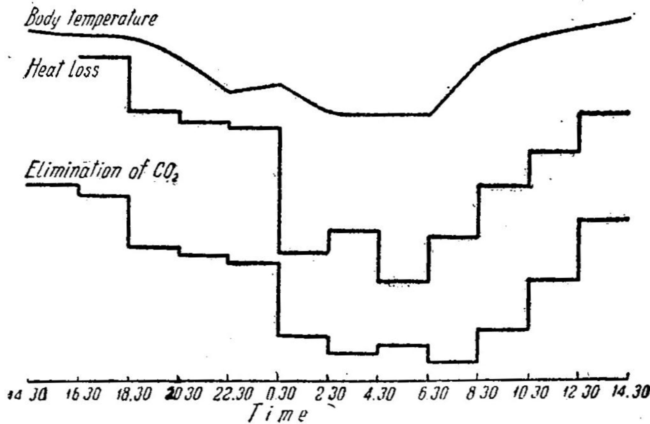


படம் 151

மனிதத் தோலின் இட அமைப்பு வெப்பம்

குறைந்தேயிருக்கும். இவர்களின் தோல் வெப்ப நிலை சுற்றுப் புறக் காற்றின் வெப்பத்தைப் பொறுத்தும் இருக்கின்றது. இப்படிப்பட்ட தோல் இட அமைப்பு வெப்ப நிலை மனிதருக்கும், மனிதக் குரங்கிற்குமே (படம் 151) சிறப்பானதாகும். மற்றப் பாலுண்ணிகளில் குறைவான நிலையிலேயே இத் தன்மை புலப் படுகிறது.

உடல் வெப்ப நிலையின் நாளளவு வேறுபாடு (Diurnal Variations in body temperature): நாளளவு வேறுபாடு மனித உடல் வெப்ப நிலையின் தொடர்ந்த மாறுதல்களாகும். படம் 152. மனித உடல் வெப்ப நிலையின் நாளளவு வேறுபாட்டை வெளிப்படும் ஆற்றல், கனல் இழப்பு, வளர்சிதைவு (கஉ$_2$ உருவாதல்) ஆகிய



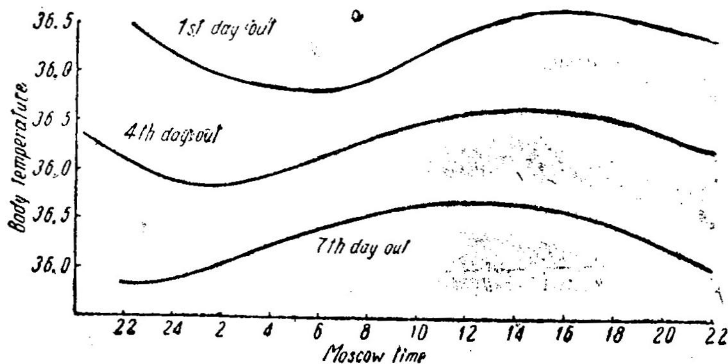
படம் 152

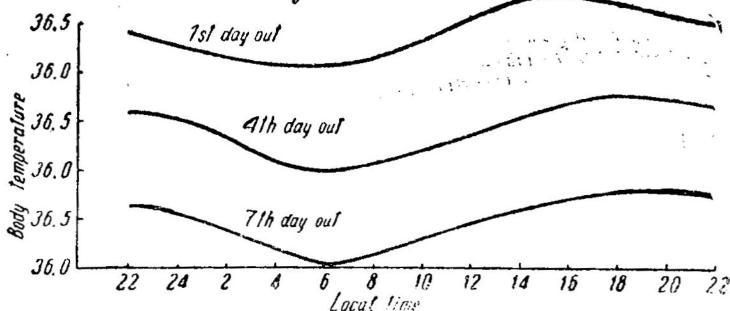
நாளளவில் வேறுபடும் உடல் வெப்பநிலை - கனல் இழப்பும், கரியிருயிரியை வெளிப்படுதலும் (லின்காச்சோவ்)

வற்றின் அளவுகளுடன் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளது. பகலில் மிகுதியாகும் (நடுப்பகலிற்கும் மாலை 4 மணிக்கும் இடையில்) உடலின் வெப்பம் விடிகாலை நேரத்தில் (காலை 4 மணி) குறைந்து கீழ் நிலையை அடைகிறது. இதன் பின்னர், மீண்டும் உயரத் தொடங்கிப் பகலில் உச்ச நிலையை அடைகிறது. உடல் வெப்ப நிலையின் இம் மாறுதல்கள் எல்லா இட மக்களுக்கும் பொதுவானதாகும். கிழக்கிலிருந்து மேற்கிற்கும், மேற்கிலிருந்து கிழக்கிற்கும் (மாசுகோவிலிருந்து விலாடிவாசுடோக்கிற்கும்) பயணம் செய்பவர்களின் மதிய இடத்தின் காலத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. (விலாடிவாசுடோக்கில் காலை 6 மணியாக இருக்கும்போது மாசுகோவின் நேரம் 11 மணியாகும்—அதாவது உடல் உச்ச வெப்ப நிலையை அடையும் நேரம்). நாளளவு வெப்ப வேறுபாட்டு வரைபடம் விலங்குகளின் புறச்சூழலைப் பொறுத்தும் மனிதரின் சமுதாய வாழ்க்கையைப் பொறுத்தும் அமைகிறது.

நாளளவு வெப்ப வேறுபாடு பிற உடலியங்கியல் பணிகளிலும் கண்டறியப்பட்டது. சான்றாக உயிர்த்தல் வேகமானம், நுண்

காற்றுப்பைக் காற்றின் சேர்க்கை, நாடி வேகமானம், வளர்சிதை வின் வேகமானம், குருதியழுத்தம் வெளியேறும் நீர், குருதியிருக் கும் சர்க்கரையின் அடர்வு போன்ற உடலியங்கியல் பணிகளில் இந் நாளளவு வெப்ப வேறுபாடு ஏற்படும். இவ்வனைத்து நாளளவு வேறுபாடும் புறச் சூழலைப் பொறுத்தமையும் உடல் செயல்முறை



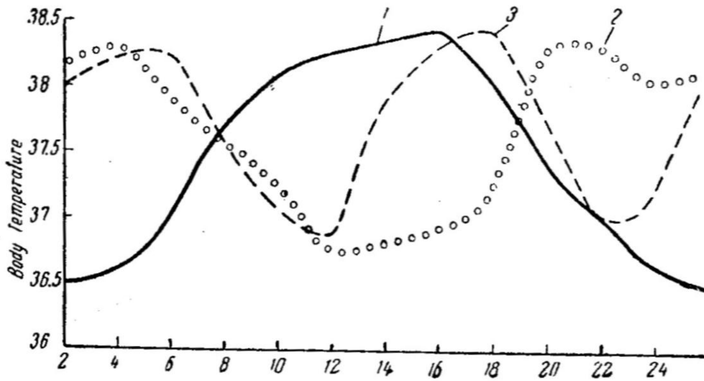


படம் **153**

மாசுகோவிலிருந்து விலாடிவாசுடோக்கிற்குப் பயணம் செய்யும் மனிதனின் நாளளவு உடல் வெப்ப வேறுபாடு. (a) மாசுகோ காலம் (b) விலாடிவாசுடோக் காலம்.

களை இயக்கும் நடு நரம்பு மண்டலத்தில் ஏற்படும் மாறுதல் களினால் நிகழ்வதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. நாளளவு வெப்ப வேறுபாட்டையும் மற்ற உடலியங்கியல் பணிகளையும் மனிதக் குரங்கைப் பயன்படுத்தி ஆய்ந்ததில், உணவையும் ஒளியையும் பொறுத்து வெப்ப வரைபடம் முழுதுமாக மாறுதலடைந்ததாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. படம் **154** மனிதக் குரங்கு வாழும்

அறையை இரு முறை 12 மணி நேரங்களுக்கு ஒளிபெறச் செய்வதினுல் 12 மணி நேரத்தையுடைய இரு நாள்களை உருவாக்கி இவ்வாய்வுகள் செய்யப்பட்டன.



படம் 154

மாறுபட்ட உணவூட்டம், ஒளியமைப்பு ஆகியவற்றிற்கு ஆட்பட்ட மனிதக் குரங்கின் 24 மணி நேர உடல் வெப்ப வேறுபாட்டு வரைபடம் (செகர்ரா பாக்கோவா) (1) வழக்க நிலை (2) இரவில் ஒளிபெறச் செய்யப்பட்டுப் பகலில் இருட்டு உருவாக்கப்பட்டு வரைந்த படம் (3) இருநிலை இலய வேறுபாடு.

இதிலிருந்து இரு நிலை வெப்ப இலயம் உயிரமைப்பின் பிறப்பில் தோன்றிய தன்மையல்லவென்றும், தனித்த ஒருவரின் வாழ்க்கை நிலையில் முதிர்ச்சி அடைந்ததென்றும் தெரிகிறது. இவ்வெப்ப இலயம் உருவாக அல்லது மறைய 5 முதல் 8 நாள்கள் தேவைப்படுகின்றன. நேரத்தைப் பொறுத்து ஒரு புதிய மறுவினை உருவாகிறது. அதாவது, உயிரமைப்பின் நடத்தையை மாற்றும் புதிய வளர்சிதை மாற்றங்களுக்காக உருவாகிறது.

செயற்கையான ஆய்வுக் கூட நிலைகளில் மனிதரின் உடலியங்கியல் முறைகளில் இருநிலை வேறுபாட்டை உருவாக்க இயலாது. மேற்கிலிருந்து கிழக்கிற்கும் கிழக்கிலிருந்து மேற்கிற்கும் பயணம் செய்யும்போது, வாழ்க்கை முறை மாறும்போது தான் இம் மாற்றங்கள் ஏற்பட இயலும். இரவில் சுற்றுப்புறம் மிகுதியாக மாறுதலடைவதில்லையாதலால், இரவுப் பணிகளில் இவ் விரு நிலை வெப்ப வேறுபாடு இருப்பதில்லை. ஆகவேதான் ஒருவரின் வேலை, ஓய்வு, தூக்கம், விழிப்பு ஆகிய நிலைகளின் போதைவிட வாழும் இடம் மாறும்போது இவ்விரு நிலை வேறுபாடு மிகுதியாகிறது.

தசைப்பணிகளின்போது மனித உடலின் வெப்பம் உயர்கிறது. பணியின் பின்னர் வெப்பம் விரைவாகப் பழைய நிலையை அடைகிறது. புறச் சூழலின் வெப்பம் உச்ச நிலையை அடையும் பொழுது உடலின் வெப்பமும் வேறுபடுகிறது.

குறைந்த புறவெப்ப நிலையில் உடல் வெப்பம் சிறிதளவு உயர்கிறது. நீண்ட நேர மிகுதியான குளிர்ச்சியில்தான் உடல் வெப்ப நிலை குறையத் தொடங்கும். புற வெப்பம் குறையும்போது சிறிதளவு வெப்பம் இழக்கப்பட்டாலும் கனல் உருவாதல் மிகுதலே சிறிதளவு குறையும்போது உடல் வெப்பம் உயர்வதற்குக் காரணமாகிறது. இதேபோன்று, புற வெப்பம் சிறிது உயரும்போது உடலின் வெப்பம் குறைகிறது.

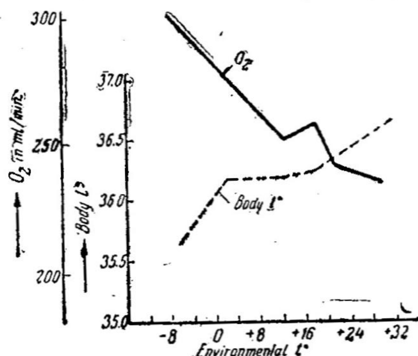
முற்கூறப்பட்டவற்றிலிருந்து தட்பவெப்ப மாறுதல்களுக்கு உடலின் வெப்பம் மாறுதலடையாதிருப்பது புலப்படுகிறது. புறச் சூழலின் வெப்பத்தால் உடலின் வெப்ப நிலை வெப்பக் கட்டுப்பாட்டு முறைகளான கனல் உருவாதல், இழத்தல் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்களாலும் மாறுதலடையாவண்ணம் காக்கப்படுகிறது.

நிலைத்து வெப்பம் நிலைநிறுத்தப்படும் புற வெப்பத்தின் வரையறை மனிதருக்கும் விலங்குகளுக்கும் வேறுபடுகிறது. உடையணிந்த தற்கால மனிதர்க்கு இவ்வரையறை மிகக் குறைவாகும். வடதுருவக் குளிர்ச்சியில் வாழும் விலங்குகளின் வெப்ப நிலை 60° C புறவெப்ப நிலையினும் 40° Cயாக நிலைத்திருக்கிறது. துருவ நரியின் அக, புற வெப்ப நிலைகள் 100°C, மாறுபடுகின்றன. மனிதருக்கு ஆடைகளைப்போன்று விலங்குகளின் உடலிலும் அமைந்திருக்கும், மயிர் தோலடியிலிருக்கும் கொழுப்பு ஆகியன இவ் வெப்ப நிலைக்கு இன்றியமையாததாகும்.

உயர்ந்த புறவெப்ப நிலைகளுக்கு உயிரமைப்பு தன்னை மாற்றியமைத்துக் கொள்ளும் ஆற்றல் வரையறைக்குட்பட்டதாகும். பெரும்பாலான விலங்குகள் (வெப்பப்பகுதியில் வாழ்வனகூட) 45°C முதல் 50°C வெப்பநிலைக்குமேல் நீண்டநேரம் வாழ இயலாது. காற்றின் ஈரத்தைப் பொறுத்து, உயர்ந்த புறவெப்ப நிலைகளில் கூட மனிதரின், சில மனிதக் குரங்குகளின் உடல் வெப்பநிலை நிலைத்திருக்கும். மனிதன் 100°C வெப்பநிலையையும் அதற்குமேலும் மிகக் குறைந்த காலத்திற்குத் தாங்க இயலும். இருந்தபோதிலும் இந் நிலைகளில் உடல் வெப்பநிலை குறிப்பிடும் அளவு உயர்கிறது.

வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாடு
(Chemical Heat Regulation)

வளர்சிதைவில் மாற்றங்கள் ஏற்படுத்துவதினுல் மனிதரில் அல்லது விலங்கில் உருவாகும் கனலைக் கட்டுப்படுத்தும் அனைத்து உடலியங்கியல் முறைகளும் வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாடு என அறியப்படுகிறது. குளிரில் வளர்சிதைவு மாற்றங்களை மிகுதிப் படுத்தும் இவ் வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாட்டால் குளிர்ச்சியடையாவண்ணம் காக்கப்படுகிறது. இதற்கு மாருக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் வளர்சிதை மாற்றங்கள் குறைதலால் மிகு கனலிலிருந்து உடல் காக்கப்படுகிறது. பல்வேறு புறவெப்பநிலைகளில், மனித வளர்சிதைவு அடையும் மாறுபாடு படம் - 155-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. உடலியங்கியல் ஒப்பிடும் ஆற்றல்களிலிருந்து மனிதரைவிட விலங்குகளில் இவ் வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாடு மிகுதியாகச் செயல்படுவதாகத் தெரிகிறது. மனிதரில் தோல் குருதிக் குழாய்களை இயக்கும் அமைப்பு நன்கு வளர்ந்திருப்பதும், கனல் இழப்பைக் குறைக்கும் சூழ்நிலையில் வாழ்ந்திருப்பதுமே இதற்குக் காரணங்களாகும். முழு ஓய்வின்போது உடல் குளிரச் செய்யப்பட்டால் வளர்சிதைவு மிகுதியடைகின்றது. மேலும் குளிரச் செய்யப்பட்டால் நடுக்க மேற்படுவதாலும் தசைகள் அசைவதாலும் வளர்சிதைவு பெருமளவு உயர்கிறது. சிறப்பு ஆய்வுகளிலிருந்து மனிதக் குரங்கு கோடைகாலத்தைவிடக் குளிர்காலத்தில் மிகுதியாகத் தாண்டும் எனக் கண்டறியப்பட்டது. இவ் வசைவுகள் குளிர்நிலையில் மிகுதியான கனலை உருவாக்கத் துணை புரிகின்றன.



படம் 155

மனிதரில் வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாடு பல்வேறுபுற வெப்ப நிலைகளில் உயிரியம் உட்கொள்ளப்படுவதிலும் உடல் வெப்பத்திலும் ஏற்படும் மாறுதல்கள் செங்குத்துக் கோட்டில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

இயக்கு தசைகளின் வளர்சிதை மாற்றங்கள் வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாட்டில் முதன்மையான பங்கேற்கின்றன என்பது தெளிவாகும். புறவெப்பம் குறையும்போது கல்லீரலில் குறிப்பிடுமளவு மிகுதியாகக் கனல் உருவாகிறது. கல்லீரல் நரம்பு துண்டிக்

கப்பட்ட விலங்கில், வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாடு குறைகிறது.

குளிரில் தசைப்பணிகள் சுருங்காமலே, நடுக்கத்தாலும், நரம்பு மண்டலம் திசுக்களின் வளர்சிதைவில் மாறுதல்கள் ஏற்படுத்துவதாலும் தசைகளின் வளர்சிதைவு மாறுதலடைகின்றது. தசைகளின் அசைவுகளைக் குராரி எனும் மருந்தின் துணைக் கொண்டு முழுதுமாகத் தவிர்க்கப்பட்ட விலங்கில்கூடக் குளிரில் வளர்சிதைவு உயர்வதைக் கண்டறிய இயலும். 'தசையின் வேதியியல் உரம்' என்றழைக்கப்படும் இம் முறை இயக்கு தசையின் வளர்சிதைவை வயப்படுத்தும் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் நீர்ம வயத்தன்மைகளைப் பிரதிபலிக்கின்றது.

தனித்துப் பிரிக்கப்பட்டு, நரம்புத் தொடர்பு மட்டுமே கொண்ட நாயின் காலில் ஏற்படும் வளர்சிதைவு மாற்றங்களைக் கண்டறிந்த ஆய்வுகளாலும் வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாடு உறுதிப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. இழை பிறவி நீக்கப்பட்ட குருதியால் ஊட்டப்படும் இக் காலில் நிகழும் மாற்றங்கள் குளிரின்போது உயிரமைப்பில் வளர்சிதைவு உயரும் அதே நேரத்தில் உயர்கின்றது. நரம்புகளை மட்டுமே துண்டித்துக் குருதிக் குழாய்கள் மட்டுமே இருந்தாலும் கூட உடலுடனுன நரம்புத் தொடர்புகள் அழிவதில்லை. பெருங்குழாய்ச் சுவர்களின் வழியாகச் செல்லும் நரம்புகளால் வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாடு விளைவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. குழாய்களுக்குக் கரி அமிலம் பூசுவதால், இந் நரம்புகள் அழிக்கப்பட்டால், வளர்சிதைவுக் கட்டுப்பாட்டு விளைவுகள் மறைந்துவிடுகின்றன.

புறச்சூழலின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்துக் கனல் உருவாதலைக் கட்டுப்படுத்தும், நரம்பு வயத்தன்மைகள், அஃதாவது வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாட்டு வயத்தன்மைகள், தசைகளுக்கும் கல்லீரலுக்கும் பரிவு நரம்புகளின் வழியாகச் செல்கின்றது. வழக்கமாகத் தூண்டப்பட்டால் உடல் வெப்பத்தை உயர்த்தும் கனல் கட்டுப்பாட்டு மையம், பரிவு நரம்புகள் துண்டிக்கப்பட்ட பின்னர் தூண்டப்பட்டால் உடல் வெப்பத்தை உயர்த்துவதில்லை என ஆர்பிலியும், தொன்கிகும் கண்டறிந்துள்ளனர். வளர்சிதைவில் மாற்றங்களை விளைவிக்கும் தூண்டலைகளை (நடுநரம்பு மண்டலத்திலிருந்து) பரப்பும், கடத்தும் அமைப்பாகப் பரிவுநரம்பு மண்டலம் இயங்குவதைப் பல ஆய்வுகளால் உறுதிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. தசை, கல்லீரல் ஆகியவற்றின் வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாடு நேரடி நரம்புத் தூண்டலைகளால் மட்டுமின்றி, நீர்மங்களின் செயல் முறைகளாலும் வயப்படுத்தப்படுகின்றன. புற வெப்பத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும் குருதியிலிருக்கும் நீர்மங்களின் அடர்நிலையும் நரம்பு மண்டலத்தைப் பொறுத்துள்ளது.

வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாட்டில், பெரும் பங்கேற்கும், கேடயச் சுரப்பியும், நடுநரம்பு மண்டலத்தால் இயக்கப்படு கின்றது. கேடயச்சுரப்பி நீக்கப்பட்டால் வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாடு மிகுதியாகக் குறைகின்றது. இதன் பணிகள் குளிர் காலத்தில் விலங்குகள் செயலறு துயிலில் இருக்கும் போதும் குறைகின்றன. தண்டுவடம் நெஞ்ச முதல்வட்டின் கீழ்நிலையில் துண்டிக்கப்பட்டால் சிறிதளவு கனல் கட்டுப்பாடு நிலைத்திருக் கிறது. பரிவு நரம்பு முடிச்சின் வழியாகத் தண்டுவடத்தின் முதல் நெஞ்ச முடிச்சிலிருந்து கேடயச் சுரப்பிக்குச் செல்லும் நரம்புகள் துண்டிக்கப்பட்டால் இக் கட்டுப்பாடு மறைந்துவிடுகிறது.

சிறுநீரக மீச்சுரப்பிகளும் கனல் கட்டுப்பாட்டில் பங்கேற் கின்றன.

கனல் இழக்கப்படும் வழிகளும் உடலியல் கனல் கட்டுப்பாடும்

(Physical Regulation of Heat and Channels of Heat Loss)

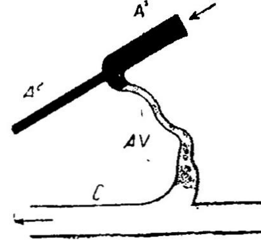
உடல் இழக்கும் கனலை மிகுதிப்படுத்தும் அல்லது குறைக்கும் மொத்த உடலியங்கியல் முறைகள் உடலியல் கனல் கட்டுப்பாடு எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. சுற்றுப்புற வெப்பம் தோலின் வெப்பத்தைவிடக் குறைவாகும்போது உகைப்பால் கனல் இழப்பு நேர்கிறது. சுற்றுப்புறக்காற்றின் வெப்பம் தோலின் வெப்பத்தை ஒத்திருந்து சூழ்ந்திருக்கும் பொருள்களின் வெப்பம் குறைவாக இருந்தால் பரவுதல்மூலம் கனல் இழப்பு நேர்கிறது. வெப்பக் காற்றையும், குளிர்ந்த சுவர்களையும் உடைய அறையில் கனல் இழத்தல் ஒளிக்கதிராகக் கனல் இழக்கப்படுவதற்குச் சான்ருகும். தோலின் பரப்பிலிருந்து வியர்வையும், நுரையீரல்களிலிருந்து நீரும் ஆவியாதலினுல் கனல் இழக்கப்படுகிறது.

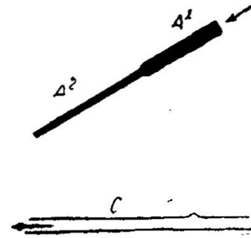
வியர்க்காத போதும் (15 முதல் 20°C நிலையில்) சிறிதளவு நீர் (ஒரு நாளைக்கு 0·4-0·6 லிட்டர்) தோலின் வழியாக ஆவியா கிறது (உணர்வறியா வியர்த்தல்). உள் உயிர்க்கப்படும் காற்றில் 50 முதல் 80 விழுக்காடு நீர்மட்டுமே உள்ளதாதலாலும் வெளி உயிர்க்கப்படும் காற்று முழுதுமாக நீரில் தண்ணிறை வாக்கப் படுதலாலும் (95-98 விழுக்காடு) வெளி உயிர்க்கப்படும் காற்றின் வழியாக ஒருநாளைக்கு 0·3-0·4 லிட்டர் நீர் ஆவியாகிறதெனத் தெரிகிறது. பொது வெப்பநிலையிலும் கூட இவ் வழியில் இழக்கப் படும் 0·7-1 லிட்டர் நீரை ஆவியாக்க 400-600 கலோரிகள் செலவாகிறது. இது மொத்தக் கனல் அளவில் 20·30 விழுக்

காடாகும். உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் இதைவிட மிகுதியாக நீர் ஆவியாகிறது.

கனல் இழப்பு அதைக் கட்டுப்படுத்தும் சிறப்பு உடலியங்கியல் முறைகளை அஃதாவது உடலியல் கனல் கட்டுப்பாட்டைப் பொறுத்து மாறுபடும். தோலிலுள்ள குழாய்கள், வியர்த்தல், தோலின் இயங்கு தசைகள் ஆகியவற்றின் இயக்கம் உடல்நிலை யான மாறுபாடு ஆகியன இம்முறைகளாகும்.

சுற்றுப்புறத்தின் வெப்பம் $10°C$ நிலையில் 70 முதல் 80 விழுக்காடு கனல் ஒளிக்கதிராகவும் உகைப்பாலும் இழக்கப்படுகிறது. இந் நிலைகளில் குருதிக் குழாய்களுடைய இயல் மாறுபாடுகள் கனல் இழப்பைக் கட்டுப்படுத்துவதில் பெரும் பங்கேற்கின்றன. தோலும், அதனடியிலிருக்கும் கொழுப்புத் திசுக்களும் கனலை மெல்லவே கடத்துவனவாதலால் அக உறுப்புகளிலிருந்து குறைவாகக் கனல் தோலுக்குக் கடத்தப்படுகிறது. குருதி மிகுதியாகக் கனலைக் கடத்தும் ஆற்றலுள்ளதால் உகைப்பால் இழக்கப்படும் கனல் தோலின் குழாய்களுக்குப் பாயும் குருதியின் அளவைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. தோலின் குழாய்களுக்குள்குறைவாகக் குருதி பாயும்போது, தோலின் வெப்பமும் குறைவதால், தோலிற்கும் சுற்றுப்புறத்திற்கும் உள்ள வெப்ப மாறுபாடு குறைகிறது.





படம் 156

மறுவினையாகத் தமனி-சிரை இணைப்பு சுருக்க மடைதல் A_1 (த1) - A_2 (த2) - தமனிகள், (AV) த.சி-தமனி-சிரை இணைப்பு, (C) சி-சிரை.
மேலே - இணைப்பு திறந்திருக்கிறது.
கீழுள்ளதில் - இணைப்பு மூடியிருக்கிறது.

கனல் இழப்பைக் குறைக்கும் வழிகளில் தோலிற்குப் பரவும் குருதியைக் குறைத்தல் இன்றியமையாத வழியாகும். தோலடிக் குழாய்ப் பின்னலின் குறுந்தமனிகள் சுருங்குவதால் குருதி பாய்தல் குறையும். (படம் - 156)

தோலின் குழாய்ச் சுருக்கத்தின்போது தோல் வெளிரடைய வெப்பமும் குறையும். குளிரின்போது தோலின்மேலுள்ள குழாய்கள் மட்டுமன்றி ஆழத்திலிருக்கும் குழாய்கள் முதன்மையாகக் கை, கால்களில் சுருக்கமடைதலால் குருதிச் சுற்றோட்டம் குறைகிறது. இந்நிலைகளில் குருதிச் சேமிப்பு நிலையங்கள் (மண்ணீரல், கல்லீரல்) மிகுதியான குருதியைப் பெறும்.

சுற்றுப்புற வெப்பத்தைப் பொறுத்து ஆடை அணிதல் மனிதரில் கனல் இழப்பைத் தவிர்ப்பதில் பெரும்பங்கேற்கின்றது. விலங்குகளில் அவைகளின் மென்மைத் தோல் கனல் இழப்பை மிகுதியாகாவண்ணம் காக்கிறது. பருவகாலங்களைப் பொறுத்துக் குளிர்காலத்திலும் கோடைகாலத்திலும் இம் மென்மயிர்த்தோல் மாறுபடுவதால் இக் கனல் இழப்பும் வேறுபடுகிறது. கோடைக் காலத்தில் விலங்குகளின் தோலுக்கடியில் மிகுதியான கொழுப்பு பெருக்கமடைவதாலும் கனல் கடத்தலைக் குறைக்கிறது.

தோலிலுள்ள இயங்கு தசைகள் குளிரில் சுருங்குவதால் தோல் மயிரின் நிலை மாறுபட தோலின் கனல் இழப்புக் குறைகிறது. மனிதனிலும் இத்தன்மை குளிரின்போது குறைந்த நிலையில் 'தோலின் சிலிர்ப்பாக' நிலைத்திருக்கிறது. இதேபோன்ற சிலிர்ப்பு நிலை மனிதக் குரங்கிலும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

உடல் நிலையின் மாறுபடும் உடலியல் கனல் கட்டுப்பாட்டு முறையில் உள்ளடங்குகிறது. குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் சில விலங்குகள், குளிர் தாக்கும் உடற்பரப்புக் குறையுமாறு உடலைச் சுருட்டிக்கொள்ளும். சிறிதளவு மனிதரிலும் இத்தன்மை உள்ளது.

குறைந்த வழக்கமான வெப்ப நிலைகளைவிட உயர்ந்த வெப்பத்தில் மனிதரிலிருந்து வியர்வை ஆவியாதல் மிகுதியாகிறது. உயர்வெப்ப நிலைகளில் வியர்வைச் சுரப்பிகள் மிகுதியாகச் சுரத்தல் ஒரு சிறப்புத் தன்மையாகும். தோலின் பரப்பின் மீது வியர்வை சுரக்கப்படுதல்பற்றிய நேரடி ஆய்வுகளிலிருந்து கனல் உருவாதலைப் பொறுத்து வியர்வைச் சுரப்பிகளின் சுரத்தலும் மாறுபடுகிறது எனக் கண்டறியப்பட்டது.

மிகக் கடினத் தசைப்பணிகளும், சூடான நீர்த்தங்களை உட்கொள்ளுதலும் வியர்வை ஆவியாதலை மிகுதிப்படுத்தும். கடினத் தசைப் பணிகளில் 5 முதல் 6 லிட்டர்கள் வரை வியர்வை சுரக்கப்படுகிறது. குளிரில்கூட வியர்வை சுரக்கப்படுகிறது. உயர்ந்த வெப்ப நிலைகளில் நீண்ட நேரம் இருந்தாலும், கடினத் தசைப்பணியிலும் மனித உடலிலிருந்து 10 முதல் 12 லிட்டர்கள் நீர் வியர்வையாக வெளியேறும்.

ஆய்வின் முன்னரும், பின்னரும் மனிதனை எடையிடுவதன் மூலம் வியர்வை ஆவியாதலின் அளவைக் கண்டறியலாம். குறைந்த எடை+உட்கொள்ளப்பட்ட நீர் உணவு ஆகியவற்றிலிருந்து வெளிப்படுத்தப்பட்ட சிறு நீர், மலம் ஆகியவற்றின் அளவைக் கழித்தால் மீதியிருப்பது வியர்வை ஆவியாதல் அளவாகும்.

வியர்வை ஆவியாதல்
(Perspiration)

உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில், உடலின் வழக்கமான வெப்பத்தை நிலைநிறுத்த மிகுதியான கனல் இழக்கவேண்டியுள்ளது, தோலின் குழாய்கள் விரிவடைதல், விலங்கினுடைய உடல்நிலை மாறுதலடைதல், விலங்கின் மென்தோல்மயிர் மாறுதலடைதல் ஆகியவற்றில் இக்கனல் இழப்பு நேர்கிறது.

சுற்றுப்புறத்தின் வெப்பம் தோலின் வெப்ப நிலையைவிடக் குறைவாக இருக்கும்பொழுதுதான் இம் முறைகளால் கனல் இழக்கப்படுகிறது. தோலிற்த உயர்ந்த புற வெப்ப நிலைகளில் ஆவியாதல் மூலமே கனல் இழப்பு நேர்கிறது. நீர் ஆவியாகத் தோல், நுரையீரல்கள் ஆகிய இரு பரப்புகள் மட்டுமே உடலில் உள்ளதால் உடலியங்கியல் கனல் கட்டுப்பாட்டு முறைகளில் இவ்விரு பணிகளும் முடுக்கப்படுகின்றன. வியர்வைச் சுரப்பிகளின் செயல்முறைகள் மாறுதலடைவதால் மனிதத் தோலின் பரப்பிலிருந்து ஆவியாதல் மிகுகிறது. சில விலங்குகள், சான்றுகக் குதிரை, மனிதக் குரங்கு ஆகியவற்றிலும் இம் முறை அமைந்துள்ளது.

வியர்வைச் சுரப்பிகள் பரிவு நரம்பு இழைகளால் நரம்பூட்டப் பட்டிருக்கின்றன. இந் நரம்பு இழைகள் பரிவு நரம்பு முடிச்சில் அமைந்திருக்கும் நரம்பணுக்களின் விழுதுகளாகும். சிறுநீரக மீச்சுரப்பி நீர்மம் வியர்வைச் சுரப்பிகளைத் தூண்ட இயலாததும் இவைகளின் சுரத்தில் அசிட்டைல் கோலினல் தூண்டப்படுவதும் இந் நரம்பு விழுதுகளின் சிறப்பியல்பாகும்.

வியர்த்தலின் நடு, உட்செல் அமைப்புகள் முழுதும் இந் நரம்புகள் தோன்றும் அவ்வவ் வட்டுக்களில் அமைந்துள்ளன. எனவே தண்டுவட நோய்களில் பழுதடைந்த பிரிவை வியர்த்தலின் மாறுபாட்டைக்கொண்டு அறியலாம்.

கனல் இழப்பில் உயிர்த்தலின் பங்கு
(Role of Respiration in Heat Loss)

வியர்வைச் சுரப்பிகளற்ற பல விலங்குகளில் (சான்றுக நாய்கள்) ஆவியாதல்மூலம் கனல் இழப்பு, உயிர்த்தல் வேகமடைவதால் நேர்கிறது. (ஒரு நிமிடத்திற்கு 120 முதல் 600 முறை உயிர்த்தல்) பல உயிர்த்தலின்போது உயிர்த்தல் அசைவுகள் மேலெழுந்தவாருகவும், வாய் திறந்தும் நாக்குத் தொங்கியும் இருப்பதால் உமிழ்நீர் மிகுதியாகச் சுரக்கிறது. இம் மாற்றங்

களால் வாய் உட்குழுவிலிருந்தும், உயிர்த்தலின் மேல் பாதைகளி லிருந்தும் குறிப்பிடும் அளவு நீர் ஆவியாகவும், உடல் குளிர்ச்சி யடையவும் வழிகோலுகிறது. நாய் வாய் மூடப்பட்டுச் சிறிது நேரம் ஞாயிற்றின் ஒளியிலிருந்தாலும் உயர் வெப்பநிலை உயர்த லால் இறந்துவிடும்.

பல் உயிர்த்தல் (கனல் கட்டுப்பாட்டு மற்ற உடலியங்கியல் முறைகளைப் போலவே) உடலின் அக, புற வெப்ப நிலைகளைச் சமப்படுத்துவதற்கு மிகத் துல்லிய முறையாகும். நாயின் உடல் வெப்பநிலை குறிப்பிட்ட அளவு உயரும்போது பல்உயிர்த்தல் நிகழும். நாய்களில் குறிப்பாக நீண்ட மயிர்களையுடைய விலங்குகள் வெப்பப்படுத்தப்பட்டால் பல்உயிர்த்தல் உடனடி யாகத் தொடங்கும். இப் பல்உயிர்த்தலை புறத் தூண்டுகை களினால் (ஒளி, ஒலி) தடைப்படுத்தவியலும். பல் உயிர்த்தல் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகளை நாய்களில் எளிதாக உருவாக்கலாம். நாய்க்குட்டிகளில் இப் பல் உயிர்த்தல் பிறந்த 12 நாட்களுக்குப் பின்னர் அஃதாவது உடல் பணிகளை இணைக்கும் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் தொடங்கும்போதுதொடங்கு கிறது. நாயின் இடைமூளை சிதைக்கப்பட்டால் இவ் வெப்பப் பல் உயிர்த்தல் மறைந்துவிடுகிறது.

வெப்பக் கட்டுப்பாட்டில் குருதிக்குழாய்களின் பங்கு (Role of Vascular Reactions in Heat Regulation)

வெப்ப மாறுபாட்டைப் பொறுத்துக் குருதிக் குழாய்களின் இயல்மாறுபாடடைதல், பழக்கப்படுத்தப்பட்ட பழக்கப்படுத்தப் படாத மறுவினைகளின் கூட்டிணைப்பால் இயக்கப்படுகின்றன. பெருமூளைப் புறணி நீக்கப்பட்டு இடைமூளையையுடைய மாறு வெப்ப நிலையின் விலங்குகள் வெப்பப்படுத்தப்பட்டால் மேலெழுந்த வாருக உள்ள குழாய்கள் விரிவடைகின்றன; குளிரச் செய்யப்பட்டால் சுருங்குகின்றன. இருந்தபோதிலும் வெப்ப வயத்தன்மைகளுக்காகக் குருதிக் குழாய்கள் மாறுபாடு அடைதல் பெருமூளைப் புறணியின் கட்டுப்பாட்டைச் சார்ந்திருக்கின்றது. பல ஆய்வுகளிலிருந்து குளிர் அல்லது வெப்பத்துடன் தொடர் புடைய அடையாளத் தூண்டுகை குழாய்களைச் சுருங்கச் செய்யும் அல்லது விரிவடையச் செய்யும். பழக்கப்படுத்தப்பட்ட, பழக்கப் படுத்தப்படாத மறுவினைகள் வளர்ச்சியடைகின்றன எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. குளிர் அல்லது வெப்பத் தூண்டுகை களுடன் ஒளி அல்லது ஒலி அடையாளங்களை இணைத்துச் செயல் படுத்தினால் குழாய்களின் புழையில் ஒரே தன்மையான மாறு

பாடுகள் விளைகின்றன. பேச்சுத் தூண்டுகையும் இதைப்போன்ற விளைவுகளைத் தர இயலும். சான்றாகக் குருதியோட்டத்தைப் பதிப்பிக்கும்போது, 'உனக்குச் சூடுபோடப் போகின்றேன்' என்று கூறுவதால் குருதிக் குழாய் விரிவடையும் விளைவைக் காணலாம். இவ் வார்த்தைகளைக் கூறும்போது குளிர்ச்சியால் தூண்டினாலும் குழாய்கள் விரிவடைகின்றன. இந் நிலைகளில், தோலின் ஏற்பிகளைக் குளிர்ச்சி தூண்டுவதைவிட வாய்மொழித் தூண்டுகை ஆற்றல் வாய்ந்ததாக உள்ளது. துணைப் புறணியின் வெப்பக் கட்டுப்பாடு, புறணியின் கட்டுப்பாட்டின்கீழ் இயங்குகிறது.

குழாய் முறை கனல் கட்டுப்பாட்டை, குருதி ஓட்ட அளவை, தோலின் வெப்பம் ஆகியவற்றின் ஆய்வுகளிலிருந்து கண்டறியலாம். குளிரால் அல்லது வெப்பத்தால் மனிதரின் அல்லது விலங்கின் வெப்பநிலை மாறுதலடைதல் குருதிக் குழாய்கள் விரிவடைதல் அல்லது சுருங்குதல் ஆகிய மாற்றங்களைப் பொறுத்து இருக்கிறது. தோலின் குருதிக் குழாய்களைக் கொண்டு உடலின் வெப்ப நிலையை அறிய இயலும்.

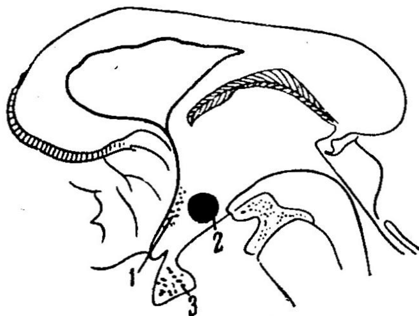
நடுநரம்பமைப்பு வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்துதல்
(Central Nervous Mechanism of Heat Regulation)

தோல், உயிர்த்தல் பாதைகள், உள்ளுறுப்புகள் (செரித்தல் பாதை) ஆகியவற்றில் அமைந்துள்ள வெப்பம் குளிர் ஆகிய ஏற்பி நுனிகள் வெப்ப மாற்றங்களை ஏற்கும் அமைப்பாகும். இவை தூண்டப்பட்டால் மறுவினையாக வெப்பக்கட்டுப்பாடு மாறுபாடடைகிறது. மறுவினைகளால் குருதியின் வெப்பநிலை மாறு முன்னரே வெப்பக் கட்டுப்பாடு மாற்றமடைதலால், குருதியின் வெப்பநிலை நரம்பு மையங்களைத் தூண்டுதல் குறைவேயாகும். சில நோய் நிலைகளிலேயே வெப்பமான குருதி இக்கட்டுப்பாட்டை வயப்படுத்துகிறது.

வெப்பக்கட்டுப்பாட்டின் கீழ்நிலை மையங்களில் டையன் கெப்பலான் முதன்மை வாய்ந்ததாகும். கனல் பரிமாற்றத்துடன் தொடர்புடைய அனைத்து மாற்றங்களையும் இயக்கும் நடுநரம்பமைப்பின் கீழ்நிலை மையங்கள் மூன்றாவது மூளை உட்குழுவின் சுவர்களில் அமைந்துள்ளன (படம் 157). சாம்பல் நரம்புக் கிழங்கு சிதைக்கப்பட்டால் அல்லது மூளையின் கீழ்ப் பிரிவுகளிலிருந்து துண்டிக்கப்பட்டால் விலங்கு நிலையாக மாறும் வெப்பநிலையை அடைந்து, சுற்றுப்புற வெப்பம் வழக்கமானதாக இருந்தாலும்கூட குறைந்த உடல் வெப்பநிலையால் இறந்துவிடுகின்றது. வெப்பக் கட்டுப்பாட்டின் முதன்மையான மையங்கள் அடித்தலமத்தில்

அமைந்திருக்கின்றன. இவையே வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாட்டை இயக்கும் நடு அமைப்பின் கீழ்மையமாகும். தூண்டும் மின்வலியால் இம் மையம் தூண்டப்பட்டால் உடலின் வெப்பநிலை உயர்கிறது. இடைமூளைக்குச் செல்லும் குருதியின் வெப்பம் குறைந்தால் இதே விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

மூளைத்தண்டைத் துண்டிப்பதனுல் உடலிலிருந்து முற்கூறப்பட்ட வெப்பக்கட்டுப்பாட்டு மையங்கள் பிரிக்கப்பட்ட பின்னரும் கூட விலங்கின் வெப்பநிலையைக் குறிப்பிட்ட வரையறையில் நிலை நிறுத்த முடியும் எனக் கண்டறிந்துள்ளனர். இருந்தபோதிலும் பல்வேறு புறவெப்ப நிலைகளுக்கேற்பவும் உடலியங்கியல் முறைகளுக்கேற்பவும் உடலின் வெப்பத்தை நிலைநிறுத்த இயலாது.



படம் 157

கனல் கட்டுப்பாட்டின் நடுநரம்பு மையங்கள்

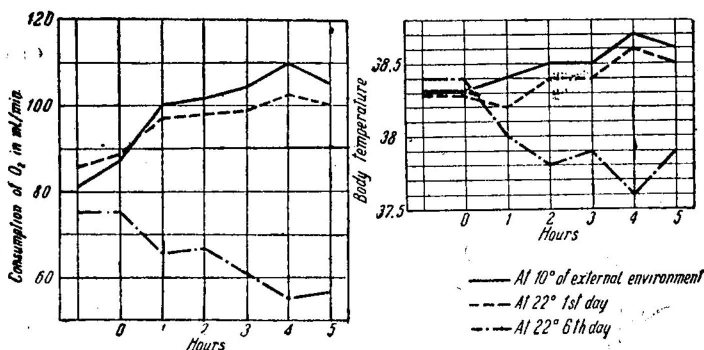
1. சாம்பல் நரம்புக் கிழங்கு 2. கார்போரா மெமலேரியம்
3. மூளையடிச் சுரப்பி

சாம்பல் நரம்புக் கிழங்கு, முகுளம், துணைப்புறணி ஆகிய அமைப்புகளுடன் சால்வரியமைப்பின் நரம்பு அமைப்புக்களாலும் வெப்பக்கட்டுப்பாடு வயப்படுகின்றது (பிரிவு—59). சென்ற நூற்றாண்டின் 80ஆம் ஆண்டில் வெப்பக்கட்டுப்பாட்டு முறைகளை இயக்கும் மையங்களை அறியச் செய்யப்பட்ட முதல் ஆய்வுகளிலிருந்து சால்வரியமைப்புத் தூண்டப்பட்டால் நீண்டநாள்களுக்கு வெப்பநிலையை உயர்த்துகிறது எனத் தெரிகிறது (ரிச்சட்டும், அவரது குழுவினரும்). சாம்பல் நரம்புக் கிழங்கு நீக்கப்பட்டதும் இவ் வளைவுகள் மறைந்துவிடுகின்றன. இதிலிருந்து சால்வரியமைப்பு வெப்பக்கட்டுப்பாட்டை இயக்குவது நன்கு தெரிகிறது.

சீராகச் செயல்படும் நடுநரம்பமைப்பின் இடைமூளையையும் சால்வரியமைப்பையும் பெருமூளைப் புறணி நிலையாக வயப்படுத்து

வதால் வாழ்க்கையில் தோன்றும் நிலைகளுக்கு ஏற்ப வெப்பக் கட்டுப்பாடு இயங்குகிறது.

ஆய்வுக்கூடத்தில் பிக்கோவின் தலைமையின்கீழ் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளிலிருந்து வேதியியல் கட்டுப்பாட்டுப் பழக்கப்படுத்தப் பட்ட மறுவினைகள் வளர்சிதைவைக் கட்டுப்படுத்துவதிலும், நிலைத்த உடல் வெப்பத்தை நிலைநிறுத்துவதிலும் பெரும் பங்கேற் கின்றன எனத்தெரிகிறது. சான்றாக 12°C வெப்பத்தை உடைய ஒரு நாய் குறைந்த வெப்பநிலையை உடைய ஓர் அறையில் 4 மணி நேரங்கள் வைக்கப்பட்ட பொழுது முதல் மணியிலிருந்த வளர்சிதைவின் வேகமானத்தைவிட 4வது மணியின்போது வேக மானம் உயர்வடைவதிலிருந்து இவ் வுண்மை உறுதிப்படுத்தப்



படம் 158

நாயில் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் வேதியியல் கனல் கட்டுப் பாட்டில் ஏற்படுத்தும் மாறுதல்கள் (ஒலி-ஞயன்சுகாய, சுலோனிம்)

பட்டது. 10 அல்லது 12முறை இவ்வாறு செய்யப்பட்ட பின்னர் 22°C வெப்பநிலை அதே அறைக்குள் கொண்டுவரப்பட்ட போது 12°C வெப்பநிலையில் நிகழ்ந்ததைப் போன்ற வளர்சிதைவின் வேகமானம் ஆய்வு முழுதும் உயர்ந்தது. 22°C வெப்பநிலை உடைய அதே அறையில் நாளும் நாய் வைக்கப்பட்ட போது 10-12 நாட்களுக்குப்பிறகு வளர்சிதை வேகமானம் படிப்படி யாகக் குறைந்து பழைய நிலையை அடைந்தது கண்டறியப்பட்டது (படம்—158). இந்நிலைகளில் உருவாகும் நிலைத்த வேதியியல் வெப்பக்கட்டுப்பாட்டு மறுவினைகள் மறையப் பலநாள்கள் தேவைப்படுகிறது. இதே ஆய்வுகளை நிலைமாற்றிக் குளிரச் செய்து நிகழ்த்தியதிலிருந்து வெப்ப வயத்தன்மைகளைவிடக் குளிர்த் தூண்டுகைக்கு மெல்லவே மறுவினைகள் உருவாதல் கண்டறியப் பட்டது.

பாலுண்ணிகளையும், பறவைகளையும், பயன்படுத்தி இதே ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டதிலிருந்து, நாயைக் கொண்டு செய்த ஆய்வுகளின் முடிவுகள் உண்மையென உறுதிப்படுத்தப்பட்டது. உயர்விலங்கினங்களில் புறணி கனலையும், வளர்சிதைவையும் கட்டுப்படுத்துதல் இன்றியமையா உடலியங்கியல் பணியாகும்.

ஆய்வுக்கூடத் தேர்ந்தாய்வுகளிலிருந்தும் வழக்கமான பணிகளைச் செய்யும் பொழுதும் நிகழும் கனல் பரிமாற்றத்தை ஆய்ந்ததிலிருந்தும், இவ் வாய்வு உண்மைகள் மனிதருக்கும் பொருந்துவது நிலைநிறுத்தப்பட்டது. சான்றாகக் குளிர்காலத்தில் புகைவண்டியை இயக்கும் தொழிலாளர்களை ஆய்ந்ததிலிருந்து வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாட்டு மறுவினைகளின் இன்றியமையாமை உறுதிப்படுத்தப்பட்டது. இயக்குபவர் தம் வெப்பமான அறையிலிருந்து, வெளிச் சென்றபோது வளிப் பரிமாற்றங்கள் உயர்வதையும், மீண்டும் அறையை அடைந்த பொழுது உயிரியம் உட்கொள்ளுதல் குறைந்ததென்பதையும் அறிய இயன்றது. இவ் விரு நிலைகளிலும் கனல் இழப்பிற்கான புறக்காரணிகள் மாற்றமடையாமல் ஒரே தன்மையான குளிரால் அவர் தாக்கப் பட்ட போதும், வளிமாற்றங்கள் மாறுதலடைந்தன. திறந்த வெளியில் பயணம் செய்தவர்களில் வளர்சிதை மாற்றம் குறை வாகவே மாற்றமடைந்தது. எனவே அவர்கள் இயக்குபவரைவிட மிகுதியாகக் குளிரால் தாக்கப்பட்டனர்.

குளிர் தாக்கிய நிலைகளும், இந் நிலைகளில், செய்யப்பட்ட வேலைகளும், வேதியியல் கனல் கட்டுப்பாட்டிற்கு அடையாளத் தூண்டுகையாயின. இத் தூண்டுகை பெருமூளைப்புறணி வயப் படுத்தும் வளர்சிதைவுடன் தொடர்புடையது.

வெப்பக்கட்டுப்பாட்டு மையங்கள், அவற்றின் தொடர்பான ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டால் நிகழும் மறுவினைகளால் செயல்படு கின்றன. தனிப்பட்டவரின் வாழ்க்கை நிலையில் பல்வேறு அகம், புறம் ஆகிய பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் வளர்ச்சியடைவ தால், கனல் பரிமாற்றக் கட்டுப்பாடு முழுதும் பெருமூளைப் புறணியில் வயப்படுத்தப்படுகின்றன. வேதியியல் கட்டுப்பாட்டை இயக்கும் தனித்த துணைப்புறணி அமைப்புகள் ஏதும் இல்லை. கனல் கட்டுப்பாடு ஓய்விலும் பல்வேறு பணிகளின்போதும் சிறப்பாகச் செயல்படுகிறது. இச் சிறப்பால்தான் உடல் வெப்ப நிலை புறச்சூழலின் வெப்பநிலைகளுக்கேற்ப மாற இயலுகிறது.

இயற்கை வாழ்க்கை நிலைகளில் கனல் கட்டுப்பாடு (Heat Regulation Under Natural Conditions of Existence)

புறச்சூழலின் தூண்டுகையால் செயல்படும் பழக்கப்படுத்தப் படாத மறுவினைகள், வேதியியல் உடலியல் கனல் கட்டுப் பாட்டில் பல்வேறு மாறுதல்களை உருவாக்குகின்றன.

உடலை வெப்பப்படுத்துதல் அல்லது குளிரச் செய்தல் ஆகிய வற்றின் தொடர்புடைய இயற்கை அடையாளங்கள் வாழ்க்கை முழுதும் கனல் கட்டுப்பாட்டால் பெரும் பங்கேற்கின்றன. வெப்ப மான நாளில் பனிக்கட்டியைக் காட்டுவதனால் ஒருவரின் குருதிக் குழாய்கள் சுருங்குவதைக் கண்டறியலாம். குறைந்த வெப்பநிலை களில் ஞாயிற்றின் கதிர்களைக் கொண்டு நாயில் பல் உயிர்த்தல் நிகழச் செய்ய இயலும். இவ் வடையாளங்கள், உடனடியாக, வெப்பக் கட்டுப்பாட்டின் மூலம் அக, புற வெப்பநிலைகளுக்கேற்ப உடலைச் செயல்படுத்துகிறது.

குளிருக்கும், வெப்பத்திற்கும் தன்னைச் சரிப்படுத்திக் கொள்ளவுதவும் இம் முறைகள் வெப்பத் தன்மையடைதல் எனக் குறிப்பிடப்படும். கனல் கட்டுப்பாட்டின் கூட்டு மறுவினை முறைகள் குளிர் வெப்பம் ஆகிய கூட்டுத் தூண்டுகைகளுக்காக உடல் செயல்படுவதற்கு இன்றியமையாதவையாகும். சான்றாக உடலின் பரப்பருகில் நிறைந்திருக்கும் வெப்பக்காற்றை காற்றோட்டம் மாற்றுவதால் உடல் குளிர்ச்சியடைகிறது. வெப்ப மான காற்றோட்டத்தின்போது உடல் குளிரா விட்டாலும் கூட காற்றசைவினால் வளர்சிதைவு மிகுகிறது. இந் நிலைகளில் காற்று குளிரச் செய்யும் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட இயற்கைத் தூண்டுகையா கிறது.

உலோகச் சுவர்களையுடைய கட்டடத்தில் அல்லது குளிர்ந்த சுவர்களையும் வெப்பக்காற்றும் உடைய அறையில், ஒளிக்கதிராக வெப்பம் இழக்கப்படும் நிலையில் கனல் கட்டுப்பாட்டு மறுவினை மிகவும் குறைகிறது அல்லது குளிரத் தொடங்கி நீண்ட நேரம் கழித்துத் தோன்றுகிறது. இந் நிலையில் இயற்கைக் காற்றின் குளிர்த் தூண்டுகை தோல் சளிச்சவ்வு ஆகியவற்றின் ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதில்லை. உடலுக்கு ஒவ்வாத இம் முறையான குளிர்ச்சி வெப்பக்கட்டுப்பாடு மெலிவாகவும் நேரம் கழித்தும் செயல் படுவதால் உடலின் வெப்பம் குறைந்துவிடுகிறது. உடலின் வெப்பத்தைச் சமநிலைப்படுத்தும் குளிர், வெப்பம் ஆகியவற்றிற் கான உடலின் மறுவினைகள், சில அமைப்பான முறையில்தான் நிகழும்—தனித்த ஒருவரின் வாழ்க்கையில் இணையும் தூண்டுகை

வளர்ச்சியால் நிகழ்கிறது. இவ் வமைப்பு முறையில் குளிரச் செய்வதிலும், வெப்பப்படுத்துவதிலும் சிறிது மாறுதலேற் பட்டாலும், வெப்பக்கட்டுப்பாட்டு வேகமும் செயலும் பாதிக்கப் படுவதில்லை. நோய் இயல்முறைகள் நிகழும். குளிர்கருவி பழக்க மற்றநிலைகளில் பணியாற்றும் தொழிலாளர்கள் அதே நிலை சூழ்நிலைகளில் உட்கார்ந்த நிலையில் பணியாற்றும்போது மிகுதி யாக உயிரியத்தை உட்கொள்வதில்லை. உடலைக் குளிரிலிருந்து பாதுகாக்கும் உடலியங்கியல் முறைகளைப்பற்றிய அறிவு மிகவும் இன்றியமையாததாகும். மிகக் குறைந்தகாலம் குளிரில் இருக்கும் போது உடற்பயிற்சியாலும் விளையாடுவதாலும் உடல் காக்கப் படுகிறது. குளிர்ந்த நீரில் நீண்ட நேரம் குளிப்பதின் மூலமும், நீண்டநேரம் குளிர்காற்றில் உடலை வருத்துவதன் மூலமும் குளிரை எதிர்க்கும் உடல் ஆற்றலை வளர்க்க இயலும். குளிரி லிருந்து உடல் பாதுகாக்கப்படும்பொழுது தோலின் வெப்பம் முதன்மையாகக் கை, கால்களில் உயர்வதாகக் கண்டறியப் பட்டுள்ளது. வளர்சிதைவும் குளிரில் மிகுதியாகிறது.

கனல் உருவாதல் குறைதலாலும், வியர்வை ஆவியாதல் உயர்ந்த வெப்பநிலைகளுக்கு மிகுதலாலும் சரிப்பநெத்திக் கொள்ளப் படுகிறது. இத்துடன் குறைவான நீர் அருந்தப்படுவதால் வியர்த்தலால் இழக்கப்படும் குருதியின் உப்புநிலை சமப்படுத்தப் படுகிறது. தசைகளின் அசைவுகளும் குறைகின்றன.

தசைப்பணிகளின்போது வெப்பக் கட்டுப்பாடு உடல் குளிர்ச்சியடைதலைத் தடுக்கிறது. புறக்குளிர் வெப்பத்தூண்டு கையை, புறணியைத் துணைக்கொண்டு உருவாகும்தசைப்பணிகள், மிகுதியாகக் கனல் உருவாதல் ஆகியவற்றால் இது தடைபடுத்தப் படுகிறது. இதற்கு மாறாகத் தசைப்பணிகளின்போது அக வெப்பத்தூண்டுகை (சூடாக நீர் அருந்துதல்) வளர்சிதைவையும், தசைப்பணிக்கான ஆற்றல் வெளிப்படுவதையும் குறைக்கின்றது. பழக்கப்படுத்தப்பட்ட அக மறுவினைகள், புறமறுவினைகளைத் தடை செய்வதாக ஆய்வுகளினால் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

பருவ காலங்களுடன் தொடர்புடைய புறச்சூழலின் காரணிகள் வெப்பக்கட்டுப்பாட்டை மிகுதியாக வயப்படுத்து கின்றன. வேதியியல் வெப்பக்கட்டுப்பாடு கோடை காலத்தை விடக் குளிர்காலத்தில் மிகுதியாகச் செயல்படுகிறது. இதற்கு மாறாகத் தோலின் குழாய்கள் மாறுதல் அடைதலான உடலியல் வெப்பக்கட்டுப்பாடு, கோடைகாலத்தில் மிகுதியாகச் செயல் படுகிறது. பகலில் வேதியியல் கட்டுப்பாடு இரவைவிட மிகுதி யாகும். இக் காரணிகளைப் பயன்படுத்துதல் மனிதனின் செயல் முறைகளில் பல்வேறு நிலைகளில் உடல் குளிரால் நடுக்கமடை வதைத் தவிர்க்க இன்றியமையாததாகும்.

பகுதி IX

கழிவு முறைகள்

(EXCRETORY PROCESSES)

உடல் திசுக்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் விளையும் கூட்டுப் பொருள்கள், அதன் பின்னரும் மாறுபாடு அடைய இயலாத போது உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் முறைகளே, கழிவு முறைகளாகும். வளர்சிதைவின் விளைபொருள்கள் என அழைக் கப்படும் பொருள்கள், வெளியேற்றப்படுவதே உடலுக்கும், புறச்சூழலுக்குமிடையே நடைபெறும் வளர்சிதை மாற்றத்தின் இறுதி நிலையாகும்.

ஆவிகளைத் தவிர மற்றெல்லாக் கழிவுப் பொருள்களும் (Metabolites) நீர்க்கரைசல்களாகவே வெளியேற்றப்படுகின்றன. எனவே, எச்சங்களின் (Excreta) எடையில் பெரும் பகுதி நீராலேயே ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது.

திசுக்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தின்போது உருவாகும் கூட்டுப் பொருள்களைத் தவிர, உணவுடன் உடலில் புகும் புறப் பொருள்கள், சிதைவுற்ற நுண்ணியங்களின் சேர்க்கைப் பொருள்கள் ஆகியவற்றையும், கழிவு முறைமூலம் உடல் வெளியேற்றுகிறது.

உடலின் அகச்சூழலைச் சம நிலையிலேயே நிலைப்படுத்துவதில் இக் கழிவு முறைகள் பெரும்பங்கேற்கின்றன. அகச்சூழல் நிலையாக இல்லாவிடின் உயிர் வாழ்வது அரிது.

நரம்பு மண்டலம் முதிர்ந்து, படிமலர்ச்சியில் உயர்விடம் பெற்ற, விலங்குகள் அகச்சூழலின் நிலைமத்தில் ஏற்படும் வேறுபாடுகளை எளிதில், விரைவாக உணர்ந்துகொள்ளும் ஆற்றல் பெற்றவை. உயர் விலங்குகள், உணவின்றி இருப்பதைவிடக் கழிவு முறைகளின் பிறழ் முறைகளால் (Disorders) மிக விரைவில்

இறந்து விடுகின்றன. வெளியேற்றப்படும் அளவினை ஈடுகட்டும் வகையில், நீரைமட்டும் குடித்துக்கொண்டு பட்டினியாக இருந்தால் மனிதன் இறப்பதற்கு 10 அல்லது 20 நாள்கள் ஆகின்றன. ஆனல் சிறுநீரகங்கள் கழிவை வெளியேற்றும் பணியை நிறுத்தி விட்டால் சில நாட்களில் இறந்துவிடுவர்.

உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் பொருள்களை, எச்சங்கள் என்று அழைக்கிறோம். அவையாவன: (அ) கரி-இரு-உயிரியை (ஆ) சிறுநீருப்பு (Urea), சிறுநீரமிலம் (Uricacid), கிரியாட்டினின் (Creatinine) போன்ற மற்றும் பல அவியப் பொருள்களான (Nitrogenous Compounds) புரத வளர்சிதை மாற்ற (Protein Metabolism) விளைபொருள்கள், (இ) இலாக்டிக் அமிலம், அசிடோன் போன்ற கரிக்கூட்டுப் பொருள்கள் குறைநிலை உயிரிய மேற்றலின்போது விளையும் பொருள்கள் (ஈ) கரியற்ற கூட்டுப் பொருளான உப்புகள், இவ் வுப்புகளை உட்கொள்ளாதபோது கூட உடலிலிருந்து எப்போதும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் இவ் வுப்புகள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. (உ) வளர்சிதை மாற்றத் றத்தில் பங்கேற்காத, உட்கொண்ட பயனற்ற பொருள்கள் (ஊ) நீர்.

கரி-இரு-உயிரியைத் (CO_2) தவிர உடல் வெளியேற்றும் மற்றப் பொருள்கள் யாவும் சிறுநீரகங்கள் (Kidneys) வழியாகவே செல்கின்றன. அத்துடன், தோலின் வழியாக வியர்வையுடன் ஒரு சிறு பகுதியும், குடல் வழியாக மலத்துடன் ஒரு சிறு பகுதியும் வெளியேற்றப்படுகின்றன.

36. சிறுநீரகத்தின் கழிவு நீக்கும் பணி

(Excretory Function of Kidneys)

சிறுநீரகங்களில் உருவாகும் சிறுநீர் சிறுநீர்ப் பாதைகளின் வழியே வெளியேற்றப்படுகிறது. சிறுநீரில் 98 விழுக்காட்டுப் பகுதி நீராலேயே ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந் நீர்ப் பகுதியில் சிறு நீருப்பு, சிறு நீரமிலம், கிரியாட்டினின் போன்ற புரத வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஏற்படும் எல்லா அவிய விளைபொருள் களும் (Nitrogenous End Products) குடலிலிருந்து உறிஞ்சப்பட்ட புரதச் சிதைப் பொருள்கள் கரைந்திருக்கின்றன. மாவுப் பொருள்கள், கொழுப்பு, புரதம் ஆகியவை முழுமையாக உயிரிய மேற்றப்படாததால் விளையும் பொருள்கள் (இலாக்டிக் அமிலம்) B-ஆக்சி பியூட்ரிக், அசிட்டோ அசிட்டிக் அமிலம் (Beta-oxybutyric and Aceto-acetic acid) அசிடோன் சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படுகின் றன. உயிரியக் குறை நிலைகளிலும் (சான்றுகக் கடும் உழைப்பிலும் மிக உயர் மட்டங்களிலும்) மாவுப் பொருள்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஏற்படும் பிறழ் நிலைகளிலும் (நீரிழிவு, மிகையான கொழுப்பு உணவு உட்கொண்ட நிலை) மேற்கூறிய பொருள்களின் அளவு சிறுநீரில் மிகுந்துவிடுகிறது.

சிறுநீரகங்களின் அமைப்பியல்

(Structure of Kidneys)

சிறுநீரகங்கள் ஒன்றோடொன்று தொடர்பில்லாத பல்வேறு நுண்ணமைப்புகளைக்கொண்டு ஆக்கப்பட்டுள்ளன என்று உருப் பெருக்கியின் துணைக்கொண்டு செய்யப்பட்டுள்ள ஆய்வுகள் காட்டு கின்றன. இவைகள் நெப்ரான்கள் (Nephrons) என்று அழைக்கப் படுகின்றன. இரு சிறு நீரகங்களிலும் நெப்ரான்களின் எண்ணிக்கை 20,00,000 ஐக்கூட அடையலாம் (படம் 159-160).

சும்லியான்-சுகியின் நுண்ணமைப்புகள் எனப்படும் (Shumlyansky's Corpuscles) நெப்ரானின் தொடக்கப் பகுதி ஒரு நுண் அறையாகும். இவ் வறையிலிருந்து நீண்ட, குறுகிய, குழல் (சிறு நீரகக்குழல்) ஒன்று தொடங்குகிறது. இக் குழலும் பல்வேறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. சிறு நீரகக்குழல் திரட்டு குழல்களோடு இணையும்வரை இந்த நெப்ரான்கள் தங்களுடைய வழியில் ஒன்றேடொன்று தொடர்பு கொள்வ தில்லை.

1783-ல் உருசியாவின் சிறந்த உருப்பெருக்கியாளர் சும்லியான் சுகி, ஒவ்வொரு சிறுநீர்க் குழலும் தந்துகிக்குஞ்சங் (Capillary Tuft) கொண்ட நுண்ணறையிலிருந்து தொடங்குகிற தென முதன்முதலில் நிறுவினர். இத்தந்துகிக் குஞ்சத்திற்கு மால்பீசியன் குஞ்சம் (Malpighian glomerulus) என்று பெயர். நெப்ரான்களின் நுண்ணறை (சும்லியான் சுகி நுண்ணறை) களிலிருந்து தொடங்கும் குழல்கள் மற்றக் குழல்களுடன் தொடர்பு கொள்வதில்லை என்பதை முதன்முதலில் இவரே கண்டு பிடித்தார். சும்லியான்சுகி இறந்து 80 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் பௌமென் (Bowman) என்னும் ஆங்கில நாட்டு ஆய்வாளர், இவர் கூறிய கருத்துகளை உறுதிப்படுத்தியதோடு சும்லியான்சுகி அறையினுள் துருத்திக் கொண்டிருக்கும் தந்துகிகளை ஒரு மென் தொலி மூடியிருக்கிறதென்பதையும் கண்டுபிடித்தார். நெய் அமிழ்வு (Oil immersion) உருப்பெருக்கியின் துணை இல்லாததால் சும்லியான் சுகியால் இத் தொலியைக் காணமுடியாது போயிற்று.

சும்லியான் சுகி நுண்ணமைப்புகளின் தோற்றம் 159ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது ஓர் உருண்டை வடிவமான, உட் குழிவான அமைப்பாகும். இக் குழியினுள் பல தந்துகிக் கண்ணிகள் சேர்ந்து உருவாகிய தந்துகிக் குஞ்சம் - மால்பீசியன் குஞ்சம் - திணித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இக் கண்ணிகள் சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்புகளில் 'உட்செல் குழல்கள்' என்ற குறுந்தமனிகள் (Arterioles) தந்துகிகளாகப் பிரிவதனுல் உருவாக் கப்பட்டிருக்கின்றன. பின்னர் இக் கண்ணிகள் ஒன்றுகூடி இணைந்து வெளிச்செல் குழல்களாக மாறி, சும்லியான் சுகி நுண்ணமைப்பைவிட்டு நீங்குகின்றன. எனவே சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்புகள், குறுகிய கழுத்துடைய உருண்ட கிண்ணம் போன்றிருக்கின்றன. இவ் வமைப்புகளின் கழுத்துப் பகுதியை உட்செல், வெளிச்செல் குழல்களும் குழிப் பகுதியை, மால்பீசியன் - குஞ்சத்தின் தந்துகிக் கண்ணிகளும் அடைத்துக்கொண்டிருக் கின்றன.

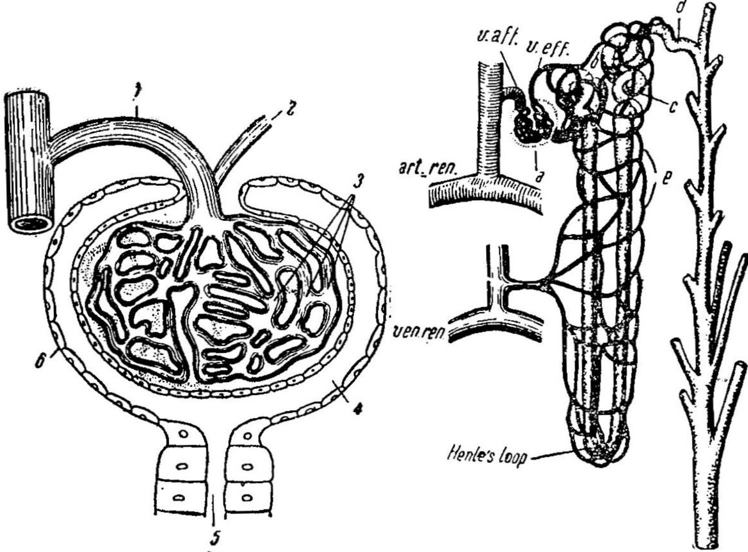
ஒவ்வொரு கண்ணியும் உட்செல் குழல் தொடங்கி வெளிச்செல் குழல் முடிவடைகிறது. ஒவ்வொரு கண்ணியும் மென் தொலியால் போர்த்தப்பட்டுள்ளது (1—3u). அப் போர்வைக்கு, பௌமென் மேலுறை (Bowman's Capsule) என்று பெயர். இவ் வுறை சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பு வெளிச்சுவரின் உயிரணுக்களுடைய படலம் மால்பீசியன் குஞ்சங்களைச் சுற்றிப் படர்வதாலேயே உருவாக்கப்பட் டிருக்கின்றது. எனவே தந்துகிக் கண்ணிகளிலுள்ள குருதி சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பின் அறையிலிருந்து, தந்து கியின் சுவர்களிலுள்ள நுண்ணியங்களினுலும், பௌமென் மேலுறை நுண்ணியங்களினுலும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது.
(படம் அடுத்த பக்கத்தில்)

சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பில் அறையிலிருந்து சிறுநீர்க் குழல் (Renal tubule) தொடங்குகிறது (படம்-160). இச் சிறு நீரகக் குழல் மூன்று பிரிவுகளைக் கொண்டது. அவையாவன: அண்மை நெளிகுழல் (Proximal Convoluted Tubules) ஃகென்லியின் வளைவு (Loop of Henle) சேய்மை நெளிகுழல் (Distal Convoluted Tubule). சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பின் அறையிலிருந்து அண்மை நெளிகுழல் தொடங்கிச் சிறுநீரகத்தின் புறணிப் பகுதியில் இரண்டு அல்லது மூன்று வளைவுகளை ஏற்படுத்து கிறது. இக் குழல்களின் சுவர்கள் ஓரடுக்குச் சதுர வடிவ நுண்ணியங் களைக்கொண்ட அடுக்குகளால் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த நுண்ணியங்களின் உள்ளிடப் பரப்பிலிருந்து மிக மெல்லிய நூலிழைகள் குழலின் உட் பகுதியில் நீட்டிக்கொண்டிருப்பதால் இப் பரப்பு 'தூரிகைக் கரை' (Brush Border) என்றழைக்கப்படு கிறது. இம்முறையில் இந் நெளிகுழல், சிறுகுடலின் குடலுறுஞ்சி களை ஒத்திருக்கிறது. அண்மை நெளிகுழலின் குறுக்களவு ஏறக் குறைய 50 m (மைக்ரான்கள்) அஃதாவது 0·05 மி.மீ. ஆகும். அதன் நீளம் 15 மி.மீ. ஆகும்.

பின்னர் இக்குழல் ஃகென்லியின் வளைவாக மாறுகிறது. இவ் வளைவு U வடிவமுடையது. இவ்வளைவு சிறுநீரகத்தின் அகணிப் பகுதிக்குச்சென்று பின்னர் மீண்டும் புறணிக்கு வருகிறது. அண்மை நெளிகுழலிலிருந்து வரும் இறங்கு கம்பம் (Descending limb) புறணிக்குத் திரும்பிச் செல்லும் ஏறுகம்பத்தினைவிட (Ascending limb) ஒடுங்கியதாகும். இதை ஃகென்லி வளைவின் ஒடுங்கிய பகுதியென அழைக்கிறார்கள். இப்பகுதி பாலூட்டிகளில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. பின்னர் ஃகென்லி வளைவு சேய்மை நெளிகுழலாக மாறுகிறது. இப்பகுதியில் சதுர நுண்ணியங்கள் ஃகென்லி வளைவின் நுண்ணியங்கள் போன்று தூரிகைக்

கரையின்றி இருக்கின்றன. இப்பகுதி நெப்ரானின் கடைப் பகுதியாகும்.

நெப்ரான்களின் மொத்த நீளம் ஏறத்தாழ 35-50மி.மீ. ஆகும். 2,000,000 நெப்ரான்கள் கொண்ட சிறுநீரகங்களில்,



படம் 159

சும்லியான் சுகி நுண்ணமைப்பு

1. உட்செல் குழல்
2. வெளிச்செல் குழல்
3. தந்துகிக் கண்ணிகள்
4. சும்லியான்சுகி அறை
5. சிறுநீரகக் குழல் (தொடக்கப் பகுதி)
6. வெளிச் சுவர்

படம் 160

நெப்ரான் அமைப்பு

அ. (a) குஞ்சங்களோடு சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பு
ஆ. (b) அண்மை நெளிகுழல்
இ. (c) சேய்மை நெளிகுழல்
ஈ. (d) திரட்டு குழல்
உ. (e) நெளிகுழலின் தந்துகிகள்
உ. கு. (v. aff) உட்செல் குழல்
வெ. கு. (v. eff) வெளிச்செல் குழல்
சி. த. (art. ren) - சிறுநீரகத் தமனி
சி. சி. (ven. ren) - சிறுநீரகச்சிரை
கெ. வ. (Henle's loop) - கென்லி வளைவு.

உள்ள நெப்ரான்களின் மொத்த நீளம் 70-100 கிலோ மீட்டர்களாகும். அவைகளின் மொத்தப் பரப்பளவு 5-8 சதுர மீட்டர்களாகும். இஃது உடலின் பரப்பைவிட 3-5 மடங்கு கூடுதலாகும்.

இந்த நெப்ரான்கள் திரட்டுக் குழல்களில் சென்று முடிவடைகின்றன. திரட்டுக் குழல்கள் சிறு நீரை உருவாக்குவதில் சிறிதும் பங்கேற்பதில்லை. ஆனால் இவை சிறுநீரைச் சிறுநீரகப் பெல்விசு (Pelvis)க்கு எடுத்துச் சென்றன. இச் சிறுநீரகப் பெல்விசிலிருந்து சிறுநீர்க் குழல்கள் (Ureters) தொடங்குகின்றன.

சிறு நீரகக் குருதி ஓட்டம் (Renal blood supply) : சிறு நீரகத்தில் குருதி இரு வகையான தந்துகிக் குழல்கள் வழியாகச் செல்வதால் சிறு நீரகச் சுற்றோட்டம் மற்றப் பகுதியிலுள்ள குருதிச் சுற்றோட்டத்தினின்றும் வேறுபடுகிறது. (மால்பீசியன் குஞ்சத் தந்துகிகள், சிறு நீரகக் குழல்களைச் சுற்றியுள்ள தந்துகிகள்) சிறு நீரகத் தமனியிலிருந்து குருதி பெறும். துண்டிடைத் தமனிகளின் (Interlobular Artery) பிரிவான குறுந்தமனிகளிலிருந்து, மால்பீசியன் குஞ்சத்தந்துகிகள் உருவாகின்றன. சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பினுள் நுழையும் குறுந்தமனிகள் ஒவ்வொன்றும் உட்செல் குழல்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பினுள் நுழைந்தவுடன் இந்த உட்செல் குழல்கள், மால்பீசியன் குஞ்சத் தந்துகிக் கண்ணிகளாகக் கிளைத்து விடுகின்றன. இத் தந்துகிகளின் குருதியழுத்தம் பெருந்தமனி அழுத்தத்தின் 60-70% ஆகும் (70-90 மி.மீ.) பா. அ. 70·90 m.ms. of Hg. இத் தந்துகிகளிலுள்ள அழுத்தம் உடலின் பல்வேறு தந்துகிகளின் அழுத்தத்தைவிட மிகுதியாகும். சிறுநீரகத்திலுள்ள குறுந்தமனிகள் மற்றப் பகுதியிலுள்ள குறுந்தமனிகளைவிடப் பெரியதாகவும், நீளத்தில் குறைந்துமிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். எனவே இக் குழலில் குருதி பாய்ந்து செல்லும் பொழுது உராய்வினை எதிர்த்துச் செல்ல ஆற்றல் செலவழிவதில்லை. சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பினைவிட்டு நீங்குவதற்கு முன்னர் தந்துகிக் கண்ணிகள் ஒன்றுகூடி இணைந்து, வெளிச் செல் குழலாக மாறுகின்றது. இவைகளினமைப்பு சிரைகளின் அமைப்பைவிடக் குறுந்தமனிகளின் அமைப்பினையே ஒத்திருக்கிறது. வெளிச்செல் குழல்கள் மீண்டும் கிளைப்பதால் மற்றொரு தந்துகித் தொகுதி உருவாகிறது. இத் தந்துகிகள் சிறுநீர்க் குழல்களைச் சுற்றிப் பின்னிக் கொண்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு சிறுநீர்க் குழல்கள், சிறுநீரகக் குஞ்சத்தைக் கடந்து வந்த குருதியில் அமிழ்த்து வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. (சிறுநீர்க் குழல்களைச் சுற்றிப் பின்னிக் கொண்டிருக்கும் தந்துகிகளில் மிகச்சில தந்துகிகள் சிறுநீரகக் குஞ்சத் தந்துகிகளாக மாறாமல் தமனிகளிலிருந்து நேரடியாக வருகின்றன). சிறு நீரகக் குழல்களின் தந்துகிகளிலுள்ள குருதியழுத்தம் மிகக் குறைவே. (20-40 மி.மீ. பாதரச அழுத்தம்) சிறுநீரகக் கொத்தின் தந்துகிகள் குறுகிய வெளிச்செல் குழல்கள் முதலிய

வற்றின் வழியே பாய்ந்து வரும்போது உராய்வினை வெல்லுவதற்கு ஆற்றல் செலவழிந்து விடுவதே இக் குறைவான அழுத்தத்திற்குக் காரணமாகும்.

பெருந்தமனிக்குள் இதயம் வெளியேற்றும் குருதியின் மொத்த அளவில், 15-20% சிறுநீரகங்களின் வழியே பாய்ந்து ஓடுகிறது. ஒரு விநாடிக்கு 1-1·2 லிட்டர் குருதி மனிதனின் சிறு நீரகங்கள் வழியே செல்கிறது. உடலுழைப்பின்போது சிறுநீரகங்களின் குருதிக் குழல்கள் சுருங்கி விடுகின்றன. எனவே, இந்நேரங்களில் மற்ற நேரங்களைவிடச் சிறிது குறைவான குருதியே சிறுநீரகங்களின் வழியே செல்கிறது. குருதியில் மீச் சுரப்பி நீர்மம் கலக்கும் பொழுதும், பெரும் குருதியொழுக்கு ஏற்பட்ட பின்னரும் சிறு நீரகங்களுக்குச் செல்லும் குருதியின் அளவு குறைந்துவிடுகிறது.

சிறுநீரகச் சுற்றோட்டத்தின் கட்டுப்பாட்டு முறைகள் சிறப்பியல்புகள் சில கொண்டிருக்கின்றன. புற வெப்ப நிலையில் மாறுதல் ஏற்படின், கை, கால், வயிற்றுறுப்புகள், ஆகியவற்றிற்குச் செல்லும் குருதியினளவு குறைந்து விடுகிறது. ஆனால் சிறு நீரகங்களின் வழியே செல்லும் குருதியின் அளவு மாறாது இருக்கிறது. பெருந்தமனி, கழுத்துத் தமனிகளிலுள்ள ஏற்பிகள் தூண்டப்படும்பொழுது ஏற்படும் மறுவினையால் வயிற்றிலுள்ள உறுப்புகளின் குருதிக் குழல்கள் சுருக்கம் அடையினும் சிறுநீர்க் குருதிக் குழல்கள்மட்டும் எவ்வகை மாற்றமும் அடைவதில்லை.

சிறுநீரக நரம்புகளை நோவோகெயின் கொண்டு உணர்விழக்கச் செய்வதாலும் தண்டுவட உணர்நீக்க முறையாலும் சிறு நீரகக் குருதிக் குழல்களை விரிவடையச் செய்ய இயலவில்லை. சிறு நீரகக் குருதிக் குழலின் இயங்கு தசைகளின் உரம் மிகக் குறைவாக இருக்கிறது என்பதை இது காட்டுகிறது. சிறுநீரகங்களின் குருதிக் குழல்கள் சில குறிப்பிட்ட நிலைகளிலேயே, (எடுத்துக் காட்டாக உடலுழைப்பின்போது) சுருங்குகின்றன. ஆயினும் இக் குருதிக் குழல்கள் சுருங்குவது நிலையாக நிகழ்வதில்லை.

சிறுநீரக நரம்புகள் (Renal Nerves): சிறுநீரகத்திற்கான நரம்பிழைகள் சிறிய குடர் நரம்பு, பெரிய குடர் நரம்பு, (Small and large splanchnic nerves) ஆகியவற்றிலிருந்து வருகின்றன. சில வேளைகளில் வேகசு (Vagus) நரம்பு வழியாகவும் வருகின்றன. இந்த நரம்பிழைகள் குருதிக் குழல்களோடு சிறுநீரகத்தை அடைகின்றன. சிறுநீரகங்களிலுள்ள ஏற்பிகளிலிருந்து வெளியேறும் உணர் நரம்பிழைகள் இவ் வழியாகவே வெளியேறுகின்றன. சிறு நீரகங்களுக்கு வரும் இயக்கு நரம்பிழைகள் சிறுநீரகக் குருதிக் குழல்களின் இயங்கு திசைகளில் முடிவடைகின்றன. சுமிர்னோவ்

என்பவர், சிறுநீரகக் குழல்களுக்கு நேரடியாக நரம்பூட்டும் நரம்புகளும் இருப்பதாகக் கண்டுபிடித்தார். செரிநீர்ச் சுரப்பிகளின் நுண்ணியங்களில் நரம்பு நுனி முடிவடைவது போலவே சிறுநீர்க் குழல் உயிரணுக்களிலும் மெல்லிய நரம்பிழைகள் முடிவடைகின்றன என்று அவர் நிறுவினர்.

சிறுநீரகத்திலிருந்து வெளியேறும் உணர் நரம்பிழைகளில் (Afferent fibres) சில, சிறுநீரகத்தின் ஏற்பிகளிலிருந்து கிளரலைகளை மூளைக்கு எடுத்துச் செல்கின்றன. இந்த ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டால் நோவினை ஏற்படுத்துகின்றன. இந்த ஏற்பிகள் சிறுநீரக உறையிலேயே காணப்படுகின்றன. எனவே, இவ் வுறை எக் காரணத்தாலும் விரிக்கப்படுமானல் கடும் வலியை ஏற்படுத்தும்.

சிறுநீர், குருதிப்பிசிதம், இவற்றின் சேர்க்கை வேறுபாடு (Differences Between Composition of Urine and That of Blood Plasma)

சிறுநீர், குருதிப் பிசிதத்திலிருந்து உருவாக்கப்படுகிறது. அம்மோனியா, கிப்பூரிக் அமிலம் ஆகியவை தவிர எந்தப் பொருளையும் சிறுநீரகங்கள் உருவாக்குவதில்லை. சிறுநீரில் கரைந்துள்ள பொருள்கள் யாவும் குருதியால் சிறுநீரகத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட்டவை எனினும், சிறுநீரின் சேர்க்கை குருதிப் பிசிதத்தினின்றும் பெரிதும் வேறுபடுகிறது.

பிசிதம் 7-8% புரதங்களைக் கொண்டுள்ளது. ஆனல் சீர் நிலைகளில் சிறுநீரிலே புரதங்கள் இருப்பதேயில்லை.

பிசிதத்தில் எப்பொழுதும் 0·1% குளுக்கோசு கரைந்திருக்கும். குருதியில் சர்க்கரையின் நிலை 0·17-0·20% விட மிகாவிடின் சிறுநீரில் சர்க்கரை இருப்பதில்லை. பிசிதத்தில் சிறுநீருப்பு 0·05% அளவிலேயே இருக்கிறது. சிறுநீரில் அவ் வுப்பின் அளவு 4% இருக்கும்.

பிசிதத்தில் கரைந்துள்ள பொருள்களின் சவ்வூடழுத்தம் ஏறக்குறைய 7·5 ஆவியமுக்கமாகும். சிறுநீர் சவ்வூடழுத்தம் 22 ஆவியமுக்கமாகும். ஆயினும் சிறுநீரின் அளவு மிகுமாயின் அதன் சவ்வூடழுத்தம் பிசிதத்தின் அழுத்தத்தைவிடக் குறைந்து விடுகிறது.

பிசிதத்தின் pH சீர்நிலைகளில் 7·4 ஆகும். சிறுநீரின் நீரிய அயனி (H^+)யின் அடர்த்தி பெருமளவில் வேறுபடுவதால் சிறு

நீரின் (*p*H) சிலநேரங்களில் 5 ஆகவும் சில நேரங்களில் 8 ஆகவுமிருக்கிறது.

பிசிதத்தின் சேர்க்கை நிலையானது. சிறுநீரின் சேர்க்கை, வளர்சிதை மாற்றத்தின் இயல்பு, உணவின் தன்மை, உண்ட நீரின் அளவு இவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது.

பிசிதத்தின் சேர்க்கையும், சிறுநீரின் சேர்க்கையும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே சிறுநீரகங்கள், அவற்றினுள்

பொருள்	பிசிதம் (Plasma)	சிறு நீர்
நீர் ...	90%	98% குறைந்தது
புரதங்கள் ...	7-9%	—
சருக்கரை ...	0·1%	—
சிறுநீருப்பு ...	0 03%	0·8—3·5%
உப்புகள் ...	0·9%	0·8—1·8%

சுற்றும் குருதியைப் பல்வேறு மாறுபடுதலுக்குட்படுத்திச் சிறுநீரை உருவாக்குகின்றன எனத் தெரிகிறது. இவ்வாறு சிறுநீரகங்கள் பிசிதத்தைச் சிறுநீராக மாற்றும் முறையை விளக்க உடலியங்கியலாளர்கள் பல கோட்பாடுகளைக் கூறி வருகின்றார்கள். இக் கோட்பாடுகள் பெரும்பாலும் சிறுநீரகத்தின் சிறப்பமைப்பினை அடிப்படையாகக்கொண்டே விளக்கம் கூறுகின்றன. நெப்ரான்களின் முதற் பகுதியான சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்புகளும் சிறுநீரகக் குழல்களும் வெவ்வேறு முறையில் செயல்படுவதன் மூலமே சிறுநீர் உருவாக்கப்படுவதாகக் கூறப்படுகிறது.

நுண் உடலியங்கியில் (Microphysiology) ஆய்வு முறைகளால் சிறுநீர் உருவாகும் முறையின் சில கூறுகள் திட்டவட்டமாகத் தெரிய வந்துள்ளன. ஒரு தனி நெப்ரானின் பல்வேறு பகுதிகளிலிருந்து மிகமிகக் குறைந்த குழம்பினை வெளியே எடுப்பதற்குச் செயல் முறைகள் ரிசர்டுக்கும் மற்றவர்களுக்கும் உதவியாக இருந்தன. நுண்வேதியியல் (Micro Chemistry) முறைகள் இந்த அளவுக் குழம்பினை நுண்பகுப்பு ஆய்வுக்கு உட்படுத்தத் துணை செய்கின்றன. சும்லியான்சுகி நுண்ணறையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட குழம்பின் — முதன் நிலைச் சிறுநீரின் (Primary urine) சேர்க்கையையும், சிறுநீர்க்குழல்கள் வழியே இக்குழம்பு செல்லும்

பொழுது அடையும் மாற்றங்களையும், அவ்வாறு மாறிய நீரின் [கடைநிலைச் சிறுநீர் (Final urine)] சேர்க்கையையும் வரையறுக்க நுண்வேதியியல் முறைகள் உதவுகின்றன. இக் கடைநிலைச் சிறுநீர் திரட்டுக் குழல்களிலிருந்து சிறுநீரகக் குழல் வழியே சிறுநீர்ப்பையை அடைகிறது.

குஞ்சத் தந்துகிகள் வடிகட்டுதல் (Glomerular Filtration)

நெப்ரான்களின் தொடக்கப்பகுதியான சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பிலுள்ள தந்துகிக் கண்ணிகளின் குருதி அழுத்தம் உடலின் பிற பகுதியிலுள்ள தந்துகிகளின் குருதியழுத்தத்தைவிட மிக உயர்வாகவிருப்பதே, இப் பகுதியின் சிறப்பாகும். இதைக் கொண்டு சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பின் நுண் அறையினுள் குருதிப்பிசிதம் தந்துகிகளிலிருந்து வடிகட்டப்படுகிறதென்று சென்ற நூற்றாண்டின் இடைப் பகுதியில் பௌமெனும் பின்னர் லுட்விக்கும் கூறினர். தந்துகிகளின் மென்சுவர்களும் அத் தந்துகிகளைப் போர்த்துள்ள மென்தொலியான பௌமென் மேலுறையும் குருதியணுக்களையும், புரதப் பொருள்களையும் ஊடுருவிச் செல்ல விடாது தடுக்கும் வடிகட்டியாக விளங்குகின்றன. குருதியழுத்தத்தின் ஆற்றலால் பிசிதம் வடிந்து வரும்பொழுது குருதியணுக்களையும், புரதங்களையும் விட்டுப் பிரிந்துவிடுகிறது என்றும் கூறினர்.

பௌமென், லுட்விக் ஆகியவர்களுடைய கூற்று, பின்னர் ஆய்வுகள் மூலம் மெய்ப்பிக்கப்பட்டது. அறிவியலாளர்கள் சும்லியான்சுகி நுண்ணறையினுள் நுண்ணூசியினைச் செலுத்தி, அவ் வறையிலிருந்து முதன்நிலைச் சிறுநீரினை வெளியே எடுத்து நுண்வேதியியல் முறைப்படி நுண்பகுப்பாய்வு நடத்தினர்.

இவ் வாய்வுகள் மூலம் தவளையினங்களிலும், பாலூட்டிகளிலும், சும்லியான்சுகி நுண்ணறையில் உள்ள குழம்பில், புரதங்கள் தவிரப் பிசிதத்திலுள்ள பிறபொருள்கள் யாவும் பிசிதத்தில் கரைந்துள்ள அடர்த்தியிலேயே கரைந்துள்ளன என்று நிறுவப்பட்டது. சர்க்கரை, உப்புகள், சிறுநீருப்பு, அமினோ அமிலங்கள் போன்ற குறை எடையுடைய பொருள்களும் செயற்கை முறையில் குருதியில் செலுத்தப்பட்ட பொருள்களும் முதன்நிலைச் சிறுநீரில் பிசிதத்தில் கரைந்துள்ள அளவிலேயே கரைந்துள்ளன. முதன்நிலைச் சிறுநீர் குருதிப்பிசிதத்தின் வடிநீராகும். எனவேதான் முதன்நிலைச் சிறுநீரின் சேர்க்கையும் குருதிப்பிசிதத்தின் சேர்க்கையும் ஒன்றாகவிருக்கின்றன. இம்

முறையில் குருதி, குருதி அணுக்களிலிருந்து மட்டுமன்றி, புரதப் பொருள்களிலிருந்தும் பிரித்தெடுக்கப்படுவதால் இம்முறைக்கு நனி நுண்வடிகட்டுதல் (Ultra-filtration) என்று பெயர். புரதமற்ற இப்பிசிதம் நனி நுண் வடிநீர் (Ultrafiltrate) என்று அழைக்கப் படுகிறது.

தந்துகிக் குஞ்சங்களிலிருந்து (Geomerular Capillaries) குருதிப் பிசிதத்தின் புரதமற்ற நனி நுண் வடிநீர் சும்லியான்சுகி நுண்ணறையினுள் வடிகட்டப்படுவதே சிறுநீர் உருவாதலின் முதல் நிலையாகும். இந்த நனி நுண் வடிநீர் 'முதன்நிலைச் சிறுநீர்' எனவும் 'குஞ்சவடிநீர்' எனவும், குருதிப்பிசிதத்தின் 'புரதமற்ற வடிநீர்' எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

35,000 அணுத்திரளெடை (Moleculars Weight) கொண்ட 'ஊன்பசை' (Gelatin) 68,000 அணுத்திரளெடை கொண்ட இரும்பக நிறமி (Haemoglobin) முதலியன பிசிதத்திலிருந்து குஞ்சவடி நீருக்குச் சென்றுவிடுகின்றன. 70,000-க்கும் மேற்பட்ட அணுத்திரளெடைப் புரதங்கள் சீர்நிலையில் சிறுநீரக வடிகட்டிகள் வழியே ஊடுருவிச் செல்வதில்லை (ஆயினும் அணுத்திரள் எடை மட்டுமே இப் பொருள்கள் வடிகட்டுவதைக் கணிப்பதில்லை). நோயுற்ற தந்துகிகள் (எடுத்துக்காட்டாகச் சிறுநீரக அழற்சியில்) (Nephritis) மிகு அணுத்திரளெடை கொண்ட புரதங்களை ஊடுருவிச் செல்லவிடுகின்றன. இந் நிலையில் பிசிதப் புரதங்கள் சிறப்பாக, குளோபுலின்களைவிடக் குறைவான அணுத்திரளெடை கொண்ட வெண்புரதங்கள் (Albumins) நெப்ரான்களின் நுண்ணறைகளுக்குள் சென்றுவிடுகின்றன. எனவே இந் நிலையில் புரதங்கள் சிறுநீரில் காணப்படுகின்றன. சீர்நிலைகளில் தள்ளத் தக்க அளவு புரதங்களே சிறுநீரில் காணப்படுகின்றன.

குஞ்சத்தந்துகிகள் வடிகட்டுதலில் குருதியழுத்தமும் கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தமும் கொண்டுள்ள பங்கு (Role of blood pressure and of oncotic pressure of colloids in glomerular filtration): வடிகட்டுதல் வேதியியல் கூடத்தில் நடைபெறினும் உடலில் நடைபெறினும் வடிகட்டி வழியே நீரை அழுத்தித் தள்ளிவிட விசை ஒன்றுதேவை. குஞ்சத் தந்துகிகளில் இக் குழல்களின் சுவர் மீதுள்ள குருதியின் அழுத்தமே இவ் விசையாகும். இக்குழல்கள் மீது குருதியின் அழுத்தத்தை நீர்நிலை அழுத்தம் என்பர். குஞ்சத் தந்துகிகளில், குருதியின் அழுத்தம் 70-90 மி.மீ. பாதரசமாகும் (70-90 mms. of Hg) இவ் வழுத்தம் தமனியின் குருதியழுத்தத்தைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது.

சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பினுள் பிசிதத்தின் நனி நுண் வடிநீரினைப் பிழியும் விசையாக குஞ்சத் தந்துகிகளின் சுவர்களின் மீதுள்ள குருதியின் அழுத்தம் இருக்கிறது. இவ்விசை பிசிதத்தின் கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தத்தின் விசையால் எதிர்க்கப்படுகிறது. இக்கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தம், சும்லியான்சுகி நுண்ணறைகளிலிருந்து நீரினைக் குருதிக்குள் மீண்டும் இழுக்கிறது.

இரு கரைசல்கள் தேர்ந்தனுப்பு-சவ்வினுல் பிரிக்கப்பட்டிருந்தால் குறைச் சவ்வூடழுத்த முடைய கரைசலிலிருந்து மிகு சவ்வூடழுத்தமுடைய கரைசலுக்கு நீர் ஊடுருவிச் செல்லும் என்று முன்பே கூறியுள்ளோம். குஞ்சத் தந்துகிகளிலிருந்து, நெப்ரானின் தொடக்கப் பகுதியின் அறைக்குப் பிசிதத்திலிருந்து வடிந்து செல்லும் பொருள்கள் யாவும் (உப்புகள், சர்க்கரை, சிறுநீருப்பு போன்ற) முதன்நிலைச் சிறுநீரிலும், பிசிதத்திலும் ஒத்த அடர்த்தியில் கரைந்திருப்பதால் பிசிதமும் முதன்நிலைச் சிறுநீரும் ஒத்த சவ்வூடழுத்தமுடையதாக விருக்கின்றன. ஆனுல் கரைதக்கைப் பொருள்கள் (பிசிதப்புரதங்கள்) முதன்நிலைச் சிறுநீருக்குச் செல்வதில்லை. எனவே பிசிதத்தின் புரதங்களால் உருவாகும் கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தத்தால் பிசிதத்தின் சவ்வூடழுத்தம், முதன்நிலைச் சிறுநீரின் சவ்வூடழுத்தத்தைவிடச் சற்று மிகுதியாக இருக்கின்றது. பிசிதத்தின் கூட்டுச் சவ்வூடழுத்தத்தோடு (5500—6000 மி.மீ.), இக் கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தத்தை (30 மி.மீ. Hg) ஒப்பிடும்போது கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தம் மிகக் குறைவானதே. ஆயினும் புரதங்களின் கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தம் குருதியிலிருந்து மட்டுமே செயல்படும் மிகைச் சவ்வூடழுத்தமாகும். முதன்நிலைச் சிறுநீருடன் ஒப்பிடும்போது பிசிதம் ஒரு மிகு சவ்வூடழுத்தக் கரைசலாகும். பிசிதத்திலுள்ள புரதங்கள் அவைகளின் சவ்வூடழுத்தத்திற்குச் சமனுன விசையுடன் சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பின் அறையிலிருந்து நீரினைக் குருதிக்குள் மீண்டும் இழுக்கின்றன. எனவே வடிகட்டுதலுக்கான அழுத்தமான வடிகட்டுதல் அழுத்தம் (FP) என்பது தந்துகிகளிலுள்ள குருதியழுத்தத்திற்கும் (CP) பிசிதப்புரதங்களின் கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தத்திற்கும் (OP) உள்ள வேறுபாடே ஆகும். புரதச் சவ்வூடழுத்தத்தோடு சிறுநீரக உள்ளழுத்தத்தையும் (RP) சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். ஆக வடிகட்டுதல் அழுத்தம் $FP = CP - (OP + RP)$

$$\text{வடிகட்டுதல் அழுத்தம்} = \left\{ \begin{array}{c} \text{தந்துகியின்} \\ \text{குருதியழுத்தம்} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{ccc} \text{புரதங்களின்} & & \text{சிறுநீரக} \\ \text{கரைதக்கைச்} & + & \text{உள்ள} \\ \text{சவ்வூடழுத்தம்} & & \text{ழுத்தம்} \end{array} \right\}$$

வடிகட்டுதல் அழுத்தம் மிகுந்தால், வடிகட்டுதலும் மிகுந்துவிடும்.

அதுபோன்றே வடிகட்டுதல் அழுத்தம் குறைந்தால் வடிகட்டு தலும் குறைந்துவிடும்.

வடிகட்டுதலை மாற்றிடும் காரணிகள் (Factors affecting value of filtration): தமனிக் குருதியழுத்தம் 40—50 மி.மீ. பாதரசத் திற்கும் கீழிறங்கினுல் சிறுநீர் உருவாதல் நின்றுபோய் விடுகிறது என்று பல்வேறு ஆய்வுகள் மூலம் உசுடிமோவிக்கும் மற்றவர்களும் காட்டியுள்ளனர். குஞ்சத்தந்துகிகளில் குருதி அழுத்தம் தமனிக் குரிய அழுத்தத்தைவிடக் குறைவானதாகும். தமனிக் குருதியழுத் தம் 40—50 மி.மீ. ஆகும் பொழுது, குஞ்சத் தந்துகிகளின் குருதி யழுத்தம் பிசிதப்புரதங்களின் கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தத் திற்குச் சமமாகிவிடுகிறது. இந்நிலையில், வடிகட்டுதல் அழுத்தம் சுன்னம் ஆகிவிடுவதால் முதன்நிலைச் சிறுநீர் உருவாக இயலாது போய்விடுகிறது. சிறுநீர் உருவாதல் நின்றுவிடும் போதோ, மிகவும் குறையும்போதோ இரிக்கர் கரைசலைப் பெருமளவில் செலுத்திப் பிசிதத்தில் புரதங்களின் அடர்த்தியைக் குறைத்தால் சிறுநீர் உருவாதல் கூடுதலாகிறது. புரதங்களின் அடர்த்தி குறையின், அவற்றின் கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தமும் குறைந்து விடுகிறது. கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தம் குறையின் வடிகட்டுதல் அழுத்தம் உயரும் என்ற மெய்ம்மையே இதற்கு அடிப்படை யாகும்.

உட்செல், வெளிச்செல் குழல்களின் புழைக்குறுக்களவாலும் குஞ்சம் வடிகட்டுதல் வயப்படுத்தப்படுகிறது. ஏனெனில் இவை களின் குறுக்களவு குஞ்சத்தந்துகிகளின் குருதி அழுத்தத்தை நிலை மாற்றுகிறது. சிறுநீரகத்தின் வெளிச் செல் குழல்கள் சுருங்கினுல் குஞ்சம் வடிகட்டுதல் மிகுந்துவிடுகிறது. இக் குழல்கள் சுருங்கு வதனுல் உட்செல் குழல்களிலும், குஞ்சத்தந்துகிகளிலும் குருதி யோட்டம் மந்தப்படுவதோடு, குஞ்சத்தந்துகிகளில் குருதி யழுத்தம் தமனிகளின் அளவுக்கு உயர்ந்துவிடுவதே குஞ்சம் வடிகட்டுதல் மிகுவதற்குக் காரணமாகும். (குருதிக்குழல்களில் குருதி மந்தமாக ஓடினுல், உராய்வினை எதிர்க்கக் குறைவான ஆற்றலே செலவழிகின்றது என்ற மெய்ம்மையே இதன் அடிப் படையாகும்) இதற்கு நேர்மாறுக உட்செல்குழல்கள் சுருங்கினுல், குஞ்சத் தந்துகிகளில் குருதியழுத்தம் குறைந்துவிடுகிறது. ஏனெனில் உராய்வினை எதிர்த்து வர மிகுந்த ஆற்றல் செலவழிக் கப்பட்டுவிடுவதால், தந்துகிகளை அடையுமுன் குருதியின் அழுத் தம் குறைந்துவிடுகிறது. எனவே வெளிச் செல்குழல்கள் சுருங்கினுல் குஞ்சம் வடிகட்டுதல் கூடுகிறது. உட்செல் குழல்கள் சுருங்கினுல் வடிகட்டுதல் குறைந்துவிடுகிறது.

உட்செல், வெளிச்செல் குழல்களின் புழைக் குறுக்களவு அக் குழல்களுக்குப் பரிவு நரம்பிழைகள் கொண்டுவரும் கிளரலைகளைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது. எனவே இந்தக் குழல் இயக்க நரம்புக் கிளரலைகளும் குஞ்சம் வடிகட்டுதலைப் பாதிக்கின்றன. மேலும் குருதியழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களாலும் வடிகட்டுதல் பாதிக்கப்படுகிறது. புரதக்கூறின் அளவு மிகாமலும், உட்செல் குழல்கள் சுருங்காமலும் இருந்தால், குருதியழுத்த உயர்வின் போது குஞ்சம் வடிகட்டுதல் கூடுகிறது.

சிறுநீரக உள்ளழுத்தத்தின் சிறப்பு (Significance of intrarenal pressure): குஞ்சத் தந்துகளின் குருதியழுத்தம் பிசிதத்தின் கரைதக்கை அழுத்தத்துடன், சிறுநீரக உள்ளழுத்தத்தாலும் எதிர்க்கப்படுகிறது. சிறுநீரக அழுத்தத்திற்குச் சிறுநீரக நுண்ணியங்களின் வீங்குதல் காரணமாகும். இதுவே நெளிகுழல், திரட்டுக் குழல்களில் சிறுநீரின் ஓட்டத்திற்குத் தடை ஏற்படுவதற்குக் காரணமாகும். சிறுநீரகங்கள், நீளும் தன்மையற்ற சிறுநீரக உறையால் போர்த்தப்பட்டிருப்பதால் இந்நுண்ணியங்களின் வீங்குதல் சிறுநீரக உள்ளழுத்தத்தை உயர்த்திவிடுகிறது. உறுதியான இவ்வுறையால் போர்த்தப்பட்டதால் சிறுநீர் ஓட்டத்திற்குத் தடை ஏற்படின் சிறுநீரக உள்ளழுத்தம் உயர்கிறதேயன்றி சிறுநீரகத்தின் கொள்ளளவு விரைவில் மாறுபடுவதில்லை. சிறுநீரக உள்ளழுத்தம் மிகக் குறைவே.—(3-7 மி.மீ.Hg), சிறுநீர் ஓட்டத்திற்குத் தடை ஏற்படும்பொழுது, சிறப்பாக சிறுநீர்க் குழலைச் சிறுநீர்க் கற்கள்[5] அடைத்துக்கொண்டிருக்கும் பொழுது சிறுநீரக உள்ளழுத்தம் உயர்கிறது. இந்நிலைகளில் சிறுநீரக உள்ளழுத்தம் உயர்ந்துவிடுவதால், வடிகட்டுதல் அழுத்தம் குறைந்துவிடுகிறது. வடிகட்டுதல் அழுத்தம் குறைவதால் சிறுநீர் உருவாதலும் குறைந்தோ, நின்றோ போய்விடலாம். இந்நிலைகளில் சிறுநீரக உறையைக் கிழித்து விடுதல்மூலம் சிறுநீர் உருவாதலை மீண்டும் நிலைக்குக் கொண்டுவர முடியும்.

சிறுநீர் ஓட்டத்திற்கு எதிராக, சிறுநீர்க் குழல்கள் வழியே நீரினைச் செலுத்திச் சிறுநீர் உருவாதலை நிறுத்தும் சிறுநீரக உள்ளழுத்தத்தின் அளவினை உசுடிமோவிக் என்பவர் கணக்கிட்டார். சிறுநீர்க் குழல்களின் அழுத்தம் 30-40 மி.மீ. ஆகுமாயின் சிறுநீர் உருவாதல் நின்றுவிடுகிறதெனத் தெரிகிறது. இவ்வழுத்தத்துடன் பிசிதப்புரதச் சவ்வூடழுத்தத்தையும் கூட்டினால் அக் கூட்டுத்தொகை தந்துகிக் குருதியழுத்தத்திற்குச் சமமாகிறது. எனவே முதன்நிலைச் சிறுநீர் உருவாதலில் இவ்வழுத்தம் பெரும் பங்கு கொண்டுள்ளது என்பதை உறுதிப்படுத்துகிறது. வடி

கட்டுதல் அழுத்தம் = 70 (40+30) மி.மீட்டர் / பாதரசம்.
= 0 மி.மீ./பாதரசம்

வடிகட்டுதற்குத் தேவையான ஆற்றல் குருதியழுத்தத்திலிருந்து பெறப்படுவதால், குஞ்சம் வடிகட்டுதலுக்காகச் சிறுநீரகத் திசுக்கள் ஆற்றலை வெளிப்படுத்த வேண்டியதில்லை. இதனால்தான் சையனைடால் ஏற்படும் நச்சுநிலை சிறுநீரகத்தைக் குளிரவைக்கும் நிலை ஆகியவைகளில் சிறுநீரகத்தில் உயிரிய மேற்றல் மாறுபாடு குறைவாக நடைபெறும்பொழுதோ, நின்றுவிடும்பொழுதோ தந்துகிகளிலிருந்து சும்லியான்சுகி நுண்ணறையினுள் பிசிதம் வடிகட்டப்படுவது குறைவதில்லை.

குஞ்சம் வடிகட்டுதல் கொள்கையின் தெளிவின்மை (Inadequacy of concept cf glomerular filtration): இன்று கண்டுள்ள மெய்ம்மைகள் சிறுநீர் உருவாதலின் முதன்நிலையைச் சிறப்பாக விளக்குகின்றன. அஃதாவது சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பில், குஞ்சத் தந்துகளிலிருந்து நெப்ரானின் முதற் பகுதிக்குப் பிசிதம் வடிகட்டப்படுதலை நாம் நன்றாக அறிவோம். எனினும் இது உண்மை நிலையை ஓரளவு எளிதாக்குகிறதே தவிர தெளிவாக்கவில்லை. குஞ்சத் தந்துகளின் சுவர்களையும், பௌமென் மேலுறையையும், குருதியணுக்களையும், பெரிய கரைதக்கைப் பொருள்களையும் செல்லவிடாது தடுத்துக்கொள்ளும் ஓர் வடிகட்டியுடன் ஒப்பிடுவது பொருந்தாது. ஓர் வடிகட்டியின் தன்மையைக் கண்ணுக்குத் தெரியாத சிறு துளைகளே கணிக்கின்றன.

சும்லியான்சுகி நுண்ணறையினுள் பிசிதம் வடிகட்டுதல் குருதி அழுத்தத்தாலேயே நடைபெறுகிறதெனினும் தந்துகிச் சுவர்களால் ஆன வடிகட்டியின் தன்மை ஒரே நிலையில் இருப்பதில்லை. தந்துகிச் சுவர் நுண்ணியங்களுக்கு இடையே உள்ள துளைகள் வழியே மட்டுமன்றி நுண்ணியங்களின் வழியாகவும் இவ் வடிகட்டுதல் நடைபெறுகிறது எனலாம். எனவே சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பின் திசுக்களின் உயிர்மச் செயல்களும் இவ்வமைப்பின் ஊடுருவும் தன்மையைப் பாதிக்கிறது. இத் திசுக்களின் தன்மையில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் குஞ்ச வடிநீரின் சேர்க்கையையும் மாற்றுகின்றன.

குஞ்சம் வடிகட்டுதலை ஓர் இயங்கு-வேதியியல் முறையாகக் கருதும் இன்றையக் கொள்கைகளை நாம் முழுவதுமாக ஏற்றுக்கொள்ள வியலாது. வருங்காலத்தில் சீர் நிலையிலேயே திசுக்களில் நடைபெறும் நுண்மச் செயல்களை ஆயும் முறைகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டால் குஞ்சம் வடிகட்டுதலை மேலும் மிகச் சிறப்பாக அறிந்துகொள்ள முடியும்.

சிறுநீரகக் குழல்கள் மீளுறிஞ்சுதல் (Tubular Reabsorption)

சிறுநீரகங்களிலிருந்து வெளியேறும் சிறுநீரின் சேர்க்கை, பிசிதத்தின் நனி நுண் வடிநீரான முதன்நிலைச் சிறுநீரின் (குஞ்ச வடிநீர்) சேர்க்கையினின்றும் பெரிதும் வேறுபடுகிறது.

பிசிதம், முதன்நிலைச் சிறுநீர், சிறுநீர் ஆகியவற்றின் சேர்க்கையை 23ஆம் அட்டவணையில் காணலாம். சிறுநீரின் சேர்க்கை, நீர், உப்பு இவைகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தைப் பொறுத்தும், உயிரினத்தின் செயலைப் பொறுத்தும் வேறுபடும். எனவே இப்பட்டியலில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் சேர்க்கை சராசரி அளவே ஆகும்.

அட்டவணை 23

பிசிதம், முதனிலைச் சிறுநீர், சிறுநீர் ஆகியவற்றின் சராசரிச் சேர்க்கை (குசுனியைப் பின்பற்றி)

பொருள்	பிசிதம்	முதனிலைச் சிறுநீர்	சிறுநீர்
நீர் ...	90—92%	99% ஏறக் குறைய	98-99%
புரதங்கள், கொழுப்புகள், கிளைகோசன் ...	7—9%	—	—
குளுகோசு ...	0·1%	0·1%	—
உவர்மம் (அயனிகளாக) ... (Sodium)	0·3%	0·3%	0·4%
பாசியகை (அயனிகளாக) ... (Chlorine)	0·37%	0·37%	0·7%
வெடியுப்பு (அயனிகளாக)... (Potassium)	0·02%	0·02%	0·15%
கந்தகை (அயனிகளாக) ... (Sulphate)	0·002%	0·002%	0·18%
மக்னீசியம் (அயனிகாளக)... (Magnesium)	0·0025%	0·0025%	0·006%
சிறு நீருப்பு ...	0·03%	0·03%	2·0%
சிறு நீரக அமிலம் ...	0·004%	0·004%	0·05%
கிரியாட்டினின் ...	0.001%	0·001%	0·075%

முதனிலைச் சிறுநீர், சிறுநீரகக் குழல்களின் வழியே பாய்ந்து செல்லும்பொழுது 'கடைநிலை'ச் சிறுநீராக மாற்றம் பெறும் நுட்பத்தை நீண்ட நாள்களுக்கு முன்பே இலுட்விக்கும், அவருக்குப் பின் குசுனியும் கொண்ட கோட்பாடுகள் நெப்ரானின் முதற் படுதியில் பிசிதத்தின் நனி நுண் வடிநீருடன் நுழையும், உப்புகள், சிறுநீருப்பு, சர்க்கரை போன்ற பொருள்கள், சிறுநீரகக் குழல்களின் வழியே மீண்டும் குருதிக்குள் உறிஞ்சப் படுவதாகக் கூறுகின்றன. சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பின் நுண்ணறையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட முதனிலைச் சிறுநீர் பிசிதத்தின் நனி நுண் வடிநீருடன் ஒத்த சேர்க்கையுடையதாக இருப்பதும், கடைநிலைச் சிறுநீரின் சேர்க்கை வேறுபட்டிருப்பதும் மீளுறிஞ்சுமுறை செயல்படுகிறதென்பதைத் தெளிவாக்குகின்றன. குறைந்தது, சர்க்கரைப் பொருள்களாவது மீண்டும் உறிஞ்சப்பட வேண்டும். ஏனெனில், முதனிலைச் சிறுநீரில் காணப்படும் சர்க்கரை (குளுக்கோசு) சிறுநீரகத்திலிருந்து வெளியாகும் கடைநிலைச் சிறுநீரில் காணப்படுவதில்லை. ஆகவே சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீரில் (சிறுநீர் வழியே பாய்ந்து, அக் குழல்களில் நடைபெறும் செயல்களால் சேர்க்கை மாற்றம் அடையும் சிறுநீர்) இருந்து சர்க்கரை உறிஞ்சப்படுகிறதென்று ஐயத்திற்கிடமின்றித் தெளிவாகிறது.

சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பின் அறையிலிருந்து குழம்பினை வெளியே எடுப்பதற்கு மட்டுமன்றி சிறுநீரகக் குழல்களின் வெவ்வேறு பகுதிகளிலிருந்தும் குழம்பினை வெளியே எடுத்து அதன் சேர்க்கையினையும் அளவினையும் கணக்கிட நுண்-உடலியங்கியல் உதவுகிறது. இவ்வாய்வுகள்மூலம் கிடைத்த மெய்ம்மைகள்.

(அ) சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீர் அண்மை நெளிகுழல் வழியே செல்லும்போது எல்லாச் சர்க்கரைப் பொருள்களும் உறிஞ்சப் பட்டு விடுகின்றன. எனவே ஃகென்லி வளைவினை அடையும் சிறுநீரில் சர்க்கரை காணப்படுவதில்லை. பிசிதத்திலும் முன்னிலைச் சிறுநீரிலும் குளுக்கோசின் அளவு நூற்றுக்கு 170—200 மி. கிராமுக்கு மேற்பட்டால் ஃகென்லி வளைவினை அடையும் சிறுநீரில் சருக்கரை காணப்படும்.

(ஆ) சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பின் அறையிலிருந்து அண்மை நெளிகுழலுக்கு வரும் குஞ்ச வடிநீரின் அளவினைக் காட்டிலும் மிகக் குறைவான குழம்பே அண்மை நெளிகுழலிலிருந்து ஃகென்லி வளைவினை அடைகிறது. ஃகென்லி வளைவில் இக்குழம்பின் அளவு மேலும் குறைகிறது. எனவே அண்மை நெளிகுழல், ஃகென்லி வளைவுகள் ஆகியவற்றிலிருந்து (சிறப்பாக

அதன் ஒடுங்கிய பகுதியிலிருந்து) குருதிக்குள் நீர் உறிஞ்சப்படு கிறது என்று இதினின்றும் தெளிவாகிறது. மேலும், பாசியகை, சிறுநீருப்பு முதலியன சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீரிலிருந்து குருதிக்குள் செல்கின்றன என்றும் காட்டப்பட்டுள்ளது.

சருக்கரை, நீர், சிறுநீருப்பு முதலியன மீளவும் உறிஞ்சப்படு கின்றன என்று நிறுவியதால் சிறுநீர் உருவாகும் நுட்பத்தை விளக்கிவிட்டது என்பது பொருளன்று. சிறுநீரகத்திலிருந்து சிறு நீர்ப்பைக்குள் செல்லும் சிறுநீரில், பிசிதத்தில் இருப்பது போன்று 120 மடங்கு கிரியாட்டினின் இருக்கிறது[1]. 120 மி.லி. குஞ்ச வடி நீரில் 119 மி. லிட்டர்கள் மீண்டும் குருதிக்குள் உறிஞ்சப்பட்டு விடுவதாய் மட்டுமன்றி, 80, 60, 40 மி.லிட்டர் நீர்மட்டும் உறிஞ் சப்பட்டு வெளியேற்றப்படும் கிரியாட்டினின் அளவின் முறையே $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ பங்கு சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீருடன், அக்குழல் நுண்ணியங் களால் சுரக்கப்பட்டுக் காக்கப்படுகிறதாலும் கிரியாட்டினின் அளவு 120 மடங்காக இருக்கலாம்.

புரதம் நீங்கிய குஞ்சவடிநீர், கடைநிலைச் சிறுநீராக மாறுவதை இருவழிகளில் விளக்கமுடியும். சிறுநீரகக் குழலில், குருதியிலிருந்து சிறுநீரில் பல பொருள்களும் பல்வேறு அடர்த்தி யில் சுரக்கப்படுகின்றன. (ஆ) சிறுநீரகக் குழல்கள் வழியே சிறு நீர் செல்லும்பொழுது, நீரும் மற்றப் பொருள்களும் வெவ்வேறு வீதத்தில் குருதிக்குள் மீண்டும் உறிஞ்சப்பட்டுவிடுகின்றன. சர்க்கரைப் பொருள்கள் உறிஞ்சப்படுகின்றன என்பது அசைக்க முடியாத மெய்ம்மையாகும். எலும்புக் கூடுடைய சில மீன்களில் சிறுநீர் குருதியிலிருந்து நேரடியாக, சிறுநீரகக் குழல்களில் சுரக் கப்பட்டுவிடுகிறது. இம் மீன்களின் (தூண்டில் மீன்) சிறுநீரகங் களில் தந்துகிக் குஞ்சம்கொண்ட சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்புக் காணப்படவில்லை. எனவே இச்சிறு நீரகங்கள் 'குஞ்சமற்ற சிறு நீரகங்கள்' என அழைக்கப்படுகின்றன. இச் சிறுநீரகங்கள் கொண்ட மீன்களின் சிறுநீர் எந்நிலையிலும் புரதமோ சர்க்கரையோ கொண்டிருப்பதில்லை. (சர்க்கரையின் அளவு 100-க்கு 400 அல்லது 500 மில்லி கிராமாக உயரினும் சிறுநீரில் காணப்படுவதில்லை). வெளியேற்றப்படும் சிறுநீரில் உள்ள பொருள்

[1] சிறுநீர்க்குழல், சிறுநீர்ப்பை, ஆகியவற்றில் சிறுநீர் சிறிதுகூட மாற்றம் பெறுவதில்லையாதலால் நெப்ரான்களைவிட்டு வெளியேறும் சிறு நீரின் சேர்க்கையும், உடலிலிருந்து வெளியேறும் சிறுநீரின் சேர்க்கையும் ஒன்றேயாம். பாலூட்டிகளில் சிறுநீர் உருவாதல் நெப்ரான்களில் தோன்றி அவைகளிலேயே முடிந்துவிடுகிறது என்றும் கூறலாம். (தாழ்ந்த இனப் பாலூட்டிகள் இதற்கு விலக்கு. பறவைகள், ஊர்வன போன்றவை களில் நீர் குளோயகாவிலிருந்து உறிஞ்சப்படுகிறது.

களின் (எடுத்துக் காட்டாகச் சிறுநீருப்பு) அடர்த்தி, குருதியில் அப் பொருள்களின் அடர்த்தியோடு ஒத்திருப்பதில்லை. இக் குஞ்ச மற்ற சிறு நீரகங்கள், பாலூட்டிகளின் சிறுநீரகங்களிலிருந்து பெரிதும் வேறுபட்டிருப்பினும் பாலூட்டிகளின் சிறுநீரகங்களில் இச் சுரப்புமுறை நுட்பம் செயல்படவில்லையெனக் கூறவியலாது. குருதியிலிருப்பதைவிட 500-700 மடங்கு மிகுதியான அடர்த்தி யுடன் சிறுநீரில் சாயப் பொருள்கள் சுரக்கப்படுவதைக்கொண்டு சுரப்புமுறை பாலூட்டிகளின் சிறுநீரகங்களிலும் செயல்படுகிற தெனக் கூறி வருகிறார்கள். உயர்விலங்குகளின் குருதியிலிருந்து சிறுநீருக்குள் சில பொருள்கள் சுரக்கப்படுகிறதென்பதையும், அவற்றின் அளவினையும், அவை மீண்டும் உறிஞ்சப்படும் வேக மானத்தையும் பற்றியுள்ள சிக்கலை விடுவிக்க, குஞ்சம் வடிகட்டு தலின் வேகமானத்தை, அளவு அடிப்படையில் கணக்கிடும் முறை தோன்றியது.

குஞ்சம் வடிகட்டுதலை அளத்தல் (Measuring Glomerular Filtration)

குஞ்சத்தந்துகிகளிலிருந்து நெப்ரானின் தொடக்கப் பகுதியில் வடிகட்டப்படும் பிசிதத்தின் அளவு நிமிடமொன்றுக்கு x மி. லிட்டரென்றும், பிளாசுமாவில் கரைந்துள்ள y என்ற பொருளின் அளவினை மி. கிராம்களில் மி. லிட்டரொன்றுக்கு Cpl. y என்றும் கொள்வோமெனின், பிசிதத்திலிருந்து குஞ்சவடி நீருக்கு ஒரு நிமிடத்தில் செல்லும் பொருளின் அளவு Cpl. y $\times$ x மில்லி கிராம்களாகும்.

ஒரே நேரத்தில், எல்லா நெப்ரான்களின் சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பிலிருந்து, எல்லாக் குஞ்சவடிநீரினையும் விலங்கு களிலாயினும், மனிதரிலாயினும் நம்மால் திரட்டமுடியாது. அஃதாவது பிசிதத்தினின்றும் ஒரு நிமிடத்தில் வெளியேறும் குஞ்சவடிநீரின் மொத்த அளவினை நம்மால் நேரடியாக அளக்க முடியாது என்பதாகும்.[1] எனினும் குறிப்பிட்ட இடைவெளிகளில் சிறுநீர் கழிப்பதின்மூலமோ சிறுநீர்ப் பையினுள் நுழைகுழலைச் செலுத்தியோ 'கடைநிலைச்' சிறுநீரின் அளவினையும், அதன்

[1] முன்னர்க் கூறிய நுண்-உடலியங்கியல் ஆய்வு முறைகள் ஒரு சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பின் அறையிலிருந்துதான் பிசிதத்தின் நனி நுண்வடிநீரினைத் திரட்ட உதவுகின்றன. ஆனால் ஒரு சிறுநீரகத்தில் ஒரு மிலியன் நுண்ணமைப்புகள் இருக்கின்றன. எனவே ஒரே நேரத்தில் எல்லா நுண்ணமைப்புகளிலிருந்தும் முதல்நிலைச் சிறுநீரினைத் திரட்டுவது முடியாத ஒன்றாகும்.

சேர்க்கையையும் நாம் மிக எளிதில் கணித்திட இயலும்.[1]

சிறுநீர் வெளியேற்றத்தின் நிமிட வேகமானமும் 1 மி. லி. சிறுநீரில் y என்ற பொருளின் அடர்த்தியும் (மி. கிராம்களில்) நமக்குத் தெரிந்தால் அப்பொருள் (y) சிறுநீரில் ஒரு நிமிடத்தில் சிறுநீரகத்தால் வெளியேற்றப்படும் அளவினை நாம் கணக்கிட முடியும். அதன் அளவு V × Cu. y என்பதற்கு இணையாகும்.

V=ஒரு நிமிடத்தில் வெளியேற்றப்பட்ட சிறுநீர் (மில்லி லிட்டர்கள்) Cu. y=சிறுநீரில் y என்ற பொருளின் அடர்த்தி. இது Cpl. y என்பதற்குச் சமமாகும் என்றறிவோம்.

சிறுநீரகக் குழல்களிலிருந்து குருதிக்குப் பல்வேறு பொருள்கள் மீண்டும் உறிஞ்சப்படுகின்றனவென்று முன்பே கூறியுள்ளோம். குஞ்சவடி நீருடன், நெப்ரானின் தொடக்கப் பகுதியினுள் நுழைந்த y பொருளின் ஒரு பகுதி மீண்டும் உறிஞ்சப்பட்டு விடுவதால், நெப்ரானின் கடைப் பகுதியைக் குறைந்த அளவு 'y'யே அடைகிறது. எனவே உறிஞ்சப்பட்ட பகுதி வெளியேற்றப் படும் சிறுநீரில் காணப்படுவதில்லை. இந் நிலையில் Cpl. y×xன் மதிப்பு Cu. y×Vன் மதிப்பைவிட மிகுதியாகவிருக்கும். (x=ஒரு நிமிடத்தில் உருவாகும் குஞ்சவடிநீரின் அளவு) இதற்கு நேர் மாறாக, குருதியிலிருந்து y பொருள் சிறுநீருக்குள் சுரக்கப் படலாம். அப்பொழுது பிசிதத்திலிருந்து சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பின் அறைக்குள் வடிகட்டப்பட்ட பொருளின் அளவோடு, சிறுநீர்க் குழல் சிறுநீரில் குருதியிலிருந்து சுரக்கப் பட்ட அப் பொருளின் அளவும் சேர்ந்துவிடுகிறது. எனவே Cpl. y × xன் மதிப்பு Cu. y × xன் மதிப்பைவிடக் குறைவாக விருக்கும்.

பிசிதத்திலிருந்து நனிநுண் வடித்தலின்படி முதன்நிலைச்சிறு நீருடன், நெப்ரானின் தொடக்கப் பகுதியினைக் கடந்த பின்னர், சிறுநீரகக் குழல்களில் மீண்டும் குருதிக்குள் உறிஞ்சப்படாததும் மீண்டும் குருதியிலிருந்து சிறுநீரினுள் சுரக்கப்படாததுமான, ஒரு பொருளின் (இப்பொருளை 'a' என அழைப்போம்) Cpl. a×xன்

[1] பாவுலோவ் உருவாக்கிய முறையின்படி சிறுநீர்ப் புறவழி (சிறுநீர் ஒழுக்குக்குழல்)யின் வாயினைத் தோலின் மீது வைத்துத் தைத்துவிடுவதன் மூலம் சிறுநீரினைத் தொடர்ந்து திரட்டுவது இயலும். சிறுநீர்ப் பையறி கருவியின் துணைக்கொண்டு சிறுநீர்க் குழல்களுக்குள் மிக நுண்ணிய நுழை குழலைச் செலுத்துவதன்மூலம் ஒவ்வொரு சிறுநீரகத்திலிருந்தும் தனித் தனியாகச் சிறுநீரினைத் திரட்ட வியலும். சிறுநீரக மொன்றினை நீக்கும் பொழுது மற்றொரு சிறுநீரகத்தின் செயல் சீர்நிலையிலுள்ளதாவென அறிய இம்முறை பெரிதும் உதவுகிறது.

மதிப்பு Cu. a×V மதிப்பினைச் சரியாக ஒத்திருக்கும். எனவே நாம் *x*ன் மதிப்பைக் கீழ்க்கண்ட முறையால் அறியமுடியும்.

$$x = \frac{Cu.\ a \times V}{Cpl.\ \ a}$$

பிசிதத்தின் நனிநுண் வடிநீருடன் நெப்ரானின் தொடக்கப் பகுதிக்குள் சென்ற பின்னர், சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீரிலிருந்து குருதிக்குள் மீண்டும் செல்லாததும், நெப்ரானின் மீதியுள்ள எப் பகுதியாலும் குருதியிலிருந்து சிறு நீருக்குள் சுரக்கப்படாததும் ஆகிய சிறுநீரில் உள்ள ஒரு பொருளின் அடர்த்தியைப் பிசிதத்தில் அப்பொருளின் அடர்த்தியால் வகுத்து, பின் அந்த ஈவினை ஒரு நிமிடத்தில் வெளியேறும் சிறுநீரின் அளவால் பெருக்க, ஒரு நிமிடத்தில் வடிக்கப்படும் குஞ்சவடி நீரின் அளவு (மில்லி லிட்டர் களில்) கிடைக்கும். இன்று கிடைத்துள்ள மெய்ம்மைகளின்மூலம் சில பொருள்கள் இனுலின், மானிடால் (நாய்களில் கிரியாட்டி னின்) போன்ற பொருள்கள் மேற்கூறிய தன்மையுடைய பொருள்களாக விளங்குகின்றன. இப் பொருள்கள் சிறுநீரகக் குழல்களிலிருந்து மீண்டும் உறிஞ்சப்படுவதுமில்லை; குருதியி லிருந்து சிறுநீருக்குள் சுரக்கப்படுவதுமில்லை. இப் பொருள் களின் அடர்த்தியைப் பிசிதத்திலும் சிறுநீரிலும் கண்டுபிடிப்பது எளிதாகவிருப்பதால், (ஒரு நிமிடத்தில் வெளியேற்றப்படும் சிறு நீரின் அளவு தெரிந்திருந்தால்) குஞ்சம் வடிகட்டுதலின் வேகமானத்தை இவற்றைப் பயன்படுத்தியறிய முடியும். எனவே இப் பொருள்கள் வடிகட்டுதல் அளவுப் பொருள்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. 'y' என்ற பொருளின்றும் பிசிதம் தெளிவுறுதலின் மடங்கெண் (Co-efficient) $\frac{Cu.y}{Cpl.y} \times V$ ஆகுமெனச் சற்று முன்னர் கண்டோம். இப் பொருள்களின் பெயர்களை நாம் அறியும்பொழுது பிசிதத்திலும் சிறுநீரிலும் இவற்றின் அடர்த்தியைக் குறிப்பிடும்பொழுது, இப்பொருள்கள் பெயரின் முதலெழுத்துகளை y என்பதற்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்து கிறோம். இனுலினை (In) என்றும் குளூகோசினை (Gl) என்றும் குறிப்பிடுகிறோம். எனவே (Cu. in) என்பது சிறுநீரில் இனுலினின் அடர்த்தியையும், Cpl. in என்பது பிசிதத்தில் இனுலினின் அடர்த்தியையும் குறிப்பிடும். பொதுவில் தெளிவுறுதலின் மடங்கெண் $\left(\frac{Cu.}{Cpl.} \times V\right)$ ஒரு நிமிடத்தில் சிறு நீரகத்தால் வெளியேற்றப்பட்ட பொருளின் அளவினைக்கொண்ட பிசிதத்தின் அளவிற்கு இணையாகும். சான்றாக நிமிடத்திற்கு 1·2 மி.லி. சிறுநீர் உருவாகும்பொழுது சிறுநீரில் சிறுநீருப்பின் அடர்த்தி

20 மி. கிராம்களாக இருந்தால் (அஃதாவது 1 மி.லி. சிறுநீரில் 20 மி. கி. சிறுநீருப்பு கரைந்திருக்கிறது என்று பொருள்) ஒரு நிமிடத்தில் உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் சிறுநீருப்பின் அளவு, Cu. ur $\times V = 20 \times 12 = 24$ மி. கிராம்களாகும். 1 மி. லி. பிசிதத்தில் 0·3 மி.கி. சிறுநீருப்பு இருக்குமானுல், ஒரு நிமிடத்தில் சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படும் 24 மி.கி. சிறுநீருப்புக்கொண்ட பிசிதத்தின் அளவு $\frac{20}{0 \cdot 3} \times 1 \cdot 2 = 80$ மி. லிட்டர்களாகும்.

சிறுநீரகங்களால் ஒரு நிமிடத்தில் வெளியேற்றப்படும் வடிகட்டுதல் அளவைப் பொருள்களின் அளவும் ஒரு நிமிடத்தில் பிசிதத்திலிருந்து குஞ்சவடி நீரினுள் வடிக்கப்படும் அளவும் ஒத்திருப்பதால் தெளிவுறுதலின் மடங்கெண்ணும் குஞ்சவடி நீரின் வேகமானமும் சமமாக இருக்கின்றன.

5,200 அணுத்திரள் எடை கொண்ட பல்கூட்டு மாவுப் பொருளான இனுலின் மிகக் குறைவான பரவுதல் மடங்கெண் உடையது. இப் பொருள் தாவரங்களிலேயே காணப்படுகிறது. போதுமான அளவு தூய்மைப்படுத்தியவுடன், நச்சுத்தன்மையற்று இருக்கிறது. எனவே இப்பொருளைச் சிரை வழியே உட்செலுத்தி, பிசிதத்திலும், சிறுநீரிலும் இப் பொருளின் அளவினைக் கணக்கிட இயலும். மேலும் மானிடாலும் (ஆறணுச் சாராயம்), டைட்ரிசினும் (பழச் சருக்கரையின் மீச்சேர்மம்) வடிகட்டுதல் அளவைப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. கிரியாட்டினினும் பயனுடையதெனினும் நாயில்தான் பயன்படுத்த முடியுமேயன்றி மனித உடல் ஆய்வுக்குப் பயன்படாது.

வடிகட்டுதல் அளவைப் பொருள்கள் சிறுநீர்க்குழற் சிறு நீரிலிருந்து மீண்டும் உறிஞ்சப்படுவதுமில்லை. மீண்டும் இச்சிறு நீரினுள் சுரக்கப்படுவதுமில்லை என்று தனித்தனியாகச் செய்யப் பட்ட பல்வேறு ஆய்வுகள் தெளிவுபடுத்துகின்றன. குளுக்கோசு ஐயத்துக்கிடமின்றி மீண்டும் உறிஞ்சப்பட்டு விடுகிறது என்று நமக்குத் தெரியும். ஆயினும் புளோரிட்சின் என்ற நச்சினை உடலில் செலுத்துவதன்மூலம், குளுக்கோசு மீளுறிஞ்சப்படுதலை முழுவது மாகத் தடுத்துவிட முடியும். புளோரிட்சின் சிறுநீர் உருவாதலைத் தடுப்பதில்லை. ஆனுல் புளோரிட்சினுல் நச்சூட்டப்பெற்ற விலங்கில் நெப்ரானின் தொடக்கப் பகுதியினுள் சென்ற குளுக்கோசு முழுவதும் சிறுநீரில் வெளியேறுகிறது. சிறுநீரில் (குளுக்கோசு) இல்லாதபோது சுன்னமாக இருக்கும் (குளுக்கோசு) தெளிவுறுதலின் மடங்கெண் இந் நிலைகளில், இனுலின், மானிடால், டைட்ரிசின் போன்ற பொருள்கள் தெளிவுறுதலின் மடங்கெண்ணிற்குச் சமமாகவிருக்கிறது. இப் பொருள்கள்,

மீண்டும் உறிஞ்சப்பட்டாலோ, சிறுநீரகக் குழல்களால் சுரக்கப் பட்டாலோ ஒரே தெளிவுறுதல் மடங்கெண்ணுடன் வடிகட்டப் படும் என்று கொள்ள இயலாது. ஏனெனில் பல்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு வேகமானத்தில் சுரக்கப்படுகின்றன. அதுபோல வெவ்வேறு வேகமானத்தில் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

இனுலின் (Inulin), மானிடால் (Maunital) (நாய்களில் கிரியாட்டினின்) புளோரிட்சின் (Phloridzin) நஞ்சூட்டிய பின் குளுக்கோசு, சைலோசு, சாக்கரோசு போன்ற பொருள்கள் பிசிதத்தில் கரைந்துள்ள அடர்த்தி கணிசமாக மாறினும், இவைகளின் 'தெளிவுறுதல்' மதிப்பு மாறுபடுவதில்லை. பிசிதத்தில் இப் பொருள்களின் அடர்த்தியில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் சிறுநீர் உருவாதலை நிலைமாற்றுவதில்லை என்ற மெய்ம்மையே இதன் அடிப்படையாகும். வெளியேற்றப்படும் சிறு நீரின் அளவு மாறுதவரையில் மீண்டும் உறிஞ்சப்படும் நீரும் மாறு வதில்லை. பிசிதத்தில் இனுலின் அடர்த்தி இரு மடங்காக உயரின் சிறுநீரிலும் இனுலின் அடர்த்தி இரு மடங்காக உயருகிறது. எனவே, இந்நிலையில் தெளிவுறுதல் மடங்கெண் $\frac{\text{Cu. in}}{\text{Cpl. in}} \times V$ மாறு வதில்லை. இதற்கு மாறாக மீண்டுறிஞ்சப்படுகின்ற பொருள்கள் ஆகியவற்றின் தெளிவுறுதல் மடங்கெண்தான் பிசிதத்தில் இப்பொருள்களின் அடர்த்தியைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன.

செயல்முறையில் சிரைவழியே இனுலினைச் செலுத்துவதன் மூலம் இனுலின் தெளிவுறுதலை (Inulin clearance) அஃதாவது குஞ்சம் வடிகட்டுதலின் வேகமானத்தைக் கணக்கிடுகிறார்கள். இதற்குப் பிசிதத்தில் இனுலின் அடர்த்தி நூற்றுக்கு 18—25மி.கி. ஆக இருக்கும்படி செய்யவேண்டும் (மானிடால் - 100—130 மி. கிராமாக இருக்கவேண்டும். 30 நிமிடங்களில், வெளியேற்றப் படும் சிறுநீரின் அளவினைக் கணக்கிட்டுக் கொள்ளவேண்டும். நுழைகுழலை நுழைத்து, சிறுநீரினை வெளியேற்றிவிடும் முறையே சிறந்ததாகும். பின்னர், 1 மி. லிட்டர் சிறுநீரில் இனுலினின் (அல்லது மானிடாலின்) அளவினைக் கணக்கிடவேண்டும். இத்தொகையை ஒரு நிமிடத்தில் உருவான சிறுநீரின் அளவால் பெருக்கி, சிறுநீரைத் திரட்டுவதற்கான 30 நிமிடத்தின் தொடக் கத்திலும், முடிவிலும் பிசிதத்திலிருந்த இனுலின் அடர்த்தியின் நடுவெண்ணால் வகுக்கவேண்டும். சிறுநீரகங்களின் அளவினை நிலைமாற்றும் உடற்கட்டின் வேறுபாடுகளைக் கொண்டு பார்க்கும் பொழுது உடற்பரப்பின் நடுவெண்ணை 1·73 மீ.ருடன் எல்லாத் தெளிவுறுதல் மதிப்புகளும் தொடர்புடையதாக இருக்கின்றன.

எனவேதான் இனுலின் தெளிவுறுதலைக் கண்டுபிடித்தபின், கிடைக்கும் எண்ணை ஆய்வுக்குட்படுத்தப்பட்டவருடைய உடலின் பரப்பினைக்கொண்டு வகுத்து, வகுத்து வந்த ஈவினை 1·73ஆல் பெருக்கவேண்டும். (உடற்பரப்பின் ஒரு சதுர மீட்டருக்கு என்று கணக்கிடுதல் இன்னும் துல்லியமாகும்.)

1·73 மீட்டர்^{2} உடற்பரப்பளவு கொண்ட ஆண்களுக்கு நிமிடம் ஒன்றுக்கு 130 மி. லிட்டரும் (+21) பெண்களுக்கு நிமிடமொன்றுக்கு 120 மி. லிட்டரும் (+16) குஞ்சம் வடிகட்டுதல் வேகமானத்தின் பொதுநிலை அளவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது.

வெளியேற்றப்படும் சிறுநீரின் அளவு மாறுபடினும் இக்குஞ்ச வடி நீட்டுதல் வேகமானம் மாறுபடுவதில்லை. எனவே சிறுநீர் உருவாதலின் வேகமானம் குஞ்சம் வடிகட்டுதல் வேகமானத்தைப் பொறுத்திருப்பதில்லை. வெளியேற்றப்படும் சிறுநீரின் அளவினை நிமிடமொன்றிற்கு 4·2 மி. லிட்டரிலிருந்து 1·3 மி. லிட்டராக மாற்றிச் செய்த ஆய்வின்போதும் குஞ்சம் வடிகட்டுதலின் வேகமானம் 122லிருந்து 120 மி. லிட்டராகவே குறைந்தது. இரு நிலைகளிலும் பிசிதத்தில் இனுலின் அடர்த்தி 96 மி. கிராமாக இருந்தது. ஆனால் முதல் நிலையில் சிறுநீரில் இனுலின் அளவு 100க்கு 2762 மில்லி கிராமாகவும், இரண்டாவது நிலையில் 8980 மி. கிராமாகவுமிருந்தது.

பொதுவாக உடற்பரப்பின் 1·73 மீ^{2} உடன் இணைத்து குஞ்சம் வடிகட்டுதலின் அளவு நிமிடத்திற்கு 100 மி. லிட்டருக்கு மேற்பட்டே இருக்கும். ஆயினும், சிறுநீர் உருவாதலின் வேகமானம் நிமிடத்திற்கு 0·8—2 மி. லிட்டராகவே இருக்கும் நீர்ப்பொருளை மிகுதியாக உண்டால் இதன் அளவு 10 மி. லிட்டராகக்கூட உயரும். இனுலின் அல்லது மானிடால் தெளிவுறுதலிலிருந்து அதே காலத்தில் உருவான சிறுநீரின் அளவினைக் கழித்த தொகையும் மீளுறிஞ்சப்பட்ட நீரின் அளவும் ஒன்றாகவே இருக்கும். எனவே குஞ்சம் வடிகட்டுதலின் வேகமானத்தைக் கணிக்கும் பொழுதும், சிறுநீரகக் குழல்களில் ஒரு நிமிடத்திற்கு 100 மி. லிட்டருக்கும்மேல் நீர் மீண்டும் உறிஞ்சப்படுகிறது என்பதை மனத்தில் கொள்ளவேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடை வெளியில், சிறுநீரகங்களால் வெளியேற்றப்படும் சிறுநீரின் அளவைப்போல 100 மடங்கிற்குமேல் நெப்ரானின் தொடக்கப் பகுதியினுள் பிசிதம் வடிகட்டப்படுகிறது. எனவே, சிறுநீர் உருவாக்கும் வேகமானம், குஞ்சம் வடிகட்டுதலின் வேகமானத்தைப் பொறுத்திராததின் காரணம் தெளிவாகிறது.

குஞ்சவடிநீரில் 99 விழுக்காட்டுக்கூறு மீளூறிஞ்சப்படும் பொழுது குஞ்சம் வடிகட்டுதலின் வேகமானம் நிமிடமொன்றிற்கு 100லிருந்து 200 மி. லிட்டராக மாறினும் சிறுநீர் உருவாதல் வேகமானம் 1 மி. லிட்டரிலிருந்து 2 மி. லிட்டராகவே உயர்கிறது. இதற்கு மாருக மீளூறிஞ்சப்படும் நீரின் அளவு 99லிருந்து 90 விழுக்காட்டுக்கூருகக் குறையும் பொழுது குஞ்சவடிநீரின் அளவு 100 மி. லிட்டராக இருந்தாலும் சிறுநீர் உருவாதல் 1லிருந்து 10 மி.லி. ஆக உயர்கிறது. சிறுநீரகக் குழல்களின் உறிஞ்சப்படும் நீரின் அளவில் ஏற்படும் சிறுமாற்றங்கள்கூட வெளியேற்றப்படும் சிறுநீரின் மொத்த அளவில் பெரும் மாறுதல்களை ஏற்படுத்துகின்றன. இதிலிருந்து சிறுநீர் உருவாதலின் வேகமானம், சிறுநீரகக் குழல்களின் மீளூறிஞ்சுதலின் வலிவினைப் பொறுத்தேயிருக்கிறதென்பது தெளிவாகிறது.

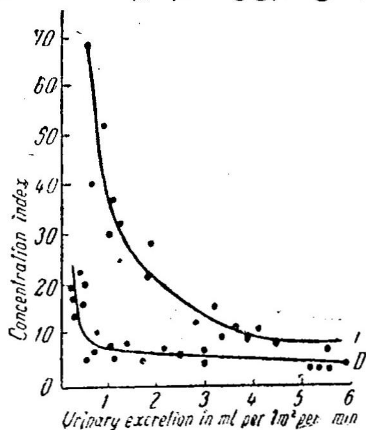
சிறுநீரகக் குழல்களின் மீளூறிஞ்சுதலை அளத்தல் (Measuring Tubular Reabsorption)

ஒரு நிமிடத்தில், வடியும் குஞ்சவடிநீரின் அளவிலிருந்து, வெளியேற்றப்படும் சிறுநீரின் அளவினைக் கழித்தபின் கிடைக்கும் தொகையும் உறிஞ்சப்படும் நீரின் அளவும் ஒன்ருக இருக்கும். நிமிடத்திற்கு 100 மி. லிட்டர் நீர், குழல்களிலிருந்து உறிஞ்சப் படுகிறது என்று முன்பே கூறியுள்ளோம். இதில் 80-லிருந்து 90 விழுக்காட்டுக் கூறு அண்மைநெளி குழலிலேயே உறிஞ்சப்பட்டு விடுகிறது.

இந்தச் சிறுநீரகக் குழல்களைச் சுற்றியுள்ள தந்துகிகளின் வழிப் பாயும், பிசிதத்தின் புரதச் சவ்வூடழுத்தம், மீளூறிஞ்சுதலில் பெரும் பங்கேற்கின்றது. இந்தத் தந்துகிகளின் வழியே செல்லும் குருதி குஞ்சத் தந்துகி, குறுகிய வெளிச்செல் குழல்களின் வழியே ஓடிவந்திருப்பதால், இத்தந்துகிகளில் குருதியழுத்தம் மிகக் குறைவாகவே இருக்கும் குருதியிலிருந்து பிசிதப் புரதங்களைவிட்டு 15—25 விழுக்காட்டுக்கூறு பிசிதம் பிரிந்து சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பினுள் சென்றுவிடுவதனுல் சிறுநீரகக் குழல்களைச் சுற்றியுள்ள தந்துகிகளில் மற்றப் பகுதியிலுள்ள தந்துகிகளைவிடப் புரதங்களின் அடர்த்தி மிகுதியாக இருக்கிறது. இதனுல் இத் தந்துகிகளில், குருதியின் அழுத்தத்தைவிடக் கரைதக்கைச் சவ்வூடழுத்தம் மிகுதியாக இருக்கிறது. இதன் விளைவாகச் சிறு நீரகக் குழற் சிறுநீரிலிருந்து, தந்துகிகளுக்குள் நீர் உறிஞ்சி யிழுக்கப்படுகிறது. தேர்ந்தனுப்புச் சவ்வினைப் போன்று செயல் படும், சிறுநீரகக் குழல் நுண்ணியங்களும், தந்துகிச் சுவர்களும்

கொண்ட தடுப்பு வழியே, குறைச் சவ்வூடழுத்தமுடைய இடத்திலிருந்து, மிகு சவ்வூடழுத்தமுடைய இடத்திற்கு நீர் பரவிச் செல்கிறது என்ற இயங்கு - வேதியியல் முறைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டே ஓரளவு விளக்கப்படுகிறது. சிறுநீரகக் குழல் சிறுநீரிலிருந்து குருதிக்குள் நீரானது மீளுறிஞ்சப்படும் செயலில் சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீரில் கரைந்துள்ள பொருள்களைத் தவிர்த்துத் தூய நீர்மட்டும், சிறுநீரிலிருந்து குருதிக்குள் உறிஞ்சப்பட்டால் சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீரில் இப் பொருள்களின் அடர்த்தியும் உடனடியாக உயர்வதோடு, சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீரின் சவ்வூடழுத்தமும், இக் குழல்களைச் சுற்றியிருக்கும் தந்துகிகளிலுள்ள குருதி யழுத்தத்தைவிட உயர்ந்துவிடுகிறது. எனவே, உறிஞ்சப்படும் நீரின் சவ்வூடழுத்தம் பிசிதத்தின் சவ்வூடழுத்தத்தை ஒத்திருக்கும் அளவில் சிறுநீரில் கரைந்துள்ள பொருள்கள் நீருடன் உறிஞ்சப்பட்டால்தான் இயங்கு - வேதியியல் முறைப்படி நீரின் மீளுறிஞ்சுதல் அமையமுடியும்.

அண்மை நெளிகுழலிலிருந்து, 80—90% நீர் குருதிக்குள், சரிசம - சவ்வூடழுத்தமுடைய கரைசலாக உறிஞ்சப்படுகிறது. சிறுநீரகக் குழல்களின் அண்மைப் பகுதியிலுள்ள மேலிழை நுண்ணியங்களின் உயிரோட்டமுடைய செயல்களால் சர்க்கரைப் பொருள்களில் ஒரு பகுதியும், உவர்மம், பாசியகை ஆகியவற்றின் அயனிகளில் ஒரு பகுதியும் குருதிக்குள் உறிஞ்சப்படுகின்றன. ஆனால் இக்குழல்களிலிருந்து சிறுநீருப்பு குருதிக்குள் பரவுதல் முறைப்படி சென்றுவிடுகிறது.



படம் 161

அடர்த்தி மடங்குச் சுட்டெண்ணுக்கும் சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படும் வேகமானத்திற்குமுள்ள தொடர்பு

I. வயதுவந்தவர்களில்

II. மூன்று மாதத்திற்குட்பட்ட குழந்தைகளில்

(சினட்சின்சுகியைப் பின்பற்றியது)

15—20% நீர், சிறுநீரகக் குழல்களிலிருந்து குருதிக்குள் வினைத் திறத்தால் (active process) மீளுறிஞ்சப்படுகிறது. இச் செயலின் நுட்பம் இன்னும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. குளிர்வித்தலாலோ, சையனைடுகளின் செயல்களாலோ, சிறுநீரகக் குழல் நுண்ணியங்களின் வளர்சிதை மாற்றம் குலைக்கப்

படுமானல் இச்செயல் நின்றுவிடுகிறது. சிறுநீரிலிருந்து குருதிக்குள் நீர் வினைத் திறத்தால் உறிஞ்சப்படுதல் ஃகென்லி வளைவின் ஒடுங்கிய பகுதியில் நடைபெறுகிறது. நெப்ரானின் இப் பகுதியற்ற விலங்குகளில், சிறுநீரின் சவ்வூடழுத்தம் குருதிப் பிசிதத்தின் சவ்வூடழுத்தத்தினின்று ஒருபோதும் மிகுவதில்லை.

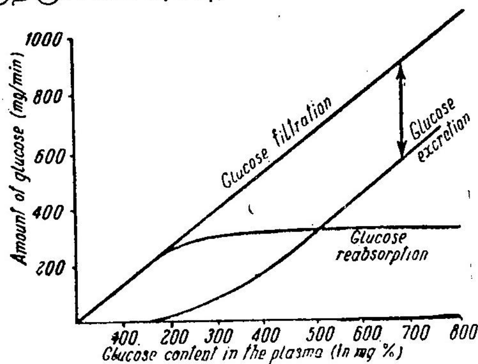
ஃகென்லி வளைவின் ஒடுங்கிய பகுதியில் நிகழும் நீரின் வினைத் திறனுடைய மீளுறிஞ்சுதலின் வேகமானத்தைப் பொறுத்தே (ஒரு வயதிற்குப் பின்னர்) சிறுநீர் உருவாதலின் பொது வேகமானம் இருக்கிறது. மூளையடிச் சுரப்பியின் பின்பகுதியின் நீர்க்கோர்வை எதிர்நீர்மம் (Anti diuretic hormone) நீரின் வினைத்திற மீளுறிஞ்சுதலை மிகுதிப்படுத்துகிறது. இதனல் வெளியேறும் சிறுநீரின் அளவு குறைகிறது.

சிறுநீரகக் குழல்களிலிருந்து நீர் உறிஞ்சப்படுதல் மிகுதியான வினைத்திறத்துடன் நடைபெற்றால், அடர்த்தி மடங்குச் சுட்டெண் (Concentration index) என்றழைக்கப்படுவதின் மதிப்பும் உயர்கிறது. (சிறுநீரிலுள்ள சிறுநீருப்பின் அடர்த்திக்கும், பிசிதத்திலுள்ள சிறுநீருப்பின் அடர்த்திக்கும் உள்ள தொடர்பே அடர்த்தி மடங்கு சுட்டெண் எனப்படுகிறது). நீர் மிகுதியாக மீளுறிஞ்சப்படுவதால் சிறுநீர் உருவாதலின் அளவு குறையும்பொழுது இரு மடங்குச் சுட்டெண் கூடுகிறது (படம் 161). ஒரு வயதிற்குக் குறைந்த குழந்தைகளிடத்தில் வயதுவந்தவர்களிடத்துக் காண்பது போன்று நீர் வினைத் திறனுடன் உறிஞ்சப்படுவதைக் காண முடியாது.

வெளியேற்றப்படும் பொருள்களின் உயர்ந்த - தாழ்ந்த குறுமட்டங்கள் (Substances with high and low thresholds of elimination) : சிறுநீருப்பு, கந்தகை, மற்றும் பல பிறபொருள்கள் போன்றவை குருதியில் மிகச் சிறிதளவே யிருப்பினும் குருதியைவிட்டுச் சிறுநீருக்குள் வந்துவிடுகின்றன. இப் பொருள்கள் குறைவான நீக்கல் குறுமட்டமுடைய பொருள்கள் (Low threshold of elimination) என அழைக்கப்படுகிறது. இப் பொருள்கள் மிகக் குறைவான அளவிலேயே மீளுறிஞ்சப்படுவதால் பிசிதத்திலிருப்பதை விட, சிறுநீரில் இப் பொருள்களின் அடர்த்தி மிகுந்திருக்கிறது. கந்தகை (SO_4) அயனிகள் போன்று பொருள்களின் பரவுதல் மடங்கெண் (Diffusion co-efficient) மிகக் குறைவாக இருப்பின் அப் பொருள்கள் மீண்டும் உறிஞ்சப்படுவதேயில்லை எனலாம். எனினும் சிறுநீரினை விட்டு, குருதியினுள் செல்லாத எதிரயனிகள், சிறுநீரில் சம மதிப்புடைய நேரயனிகளைத் தேக்கிவைத்துக் கொள்கின்றன. எனவே சிறுநீரிலுள்ள நேரயனிகளின் கூட்டுத்

தொகையும் எதிரயனிகளின் கூட்டுத் தொகையும் சமமாக இருக்கின்றன.

சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பினுள் பிசிதத்திலிருந்து செல்லும் பொருள்கள் எல்லாவற்றிற்கும், Cpl.y$\times x$ என்பது ஒரு நிமிடத்தில் குஞ்சவடிநீருடன் வடிகட்டப்படும் பொருளின் அளவோடு ஒத்திருக்கும். (இங்குக் குஞ்சம் வடிகட்டுதலின் வேகமானத்திற்குச் சமமான இனுலின் தெளிவுறுதலின் மடங்கெண்ணே x ஆகும்) எனவே ஒரு நிமிடத்தில் மீளுறிஞ்சப்பட்ட பொருளின் அளவு Cpl.y$\times x$ — Cu.y$\times$V என்பதற்குச் சமமாகும் (அஃதாவது குஞ்ச வடிநீரில் 'y' என்ற பொருளின் அளவு—சிறுநீரில் அப் பொருளின் அளவு - மீளுறிஞ்சப்பட அளவு).



படம் 162

குருதியில் குளுகோசின் அளவினைப் பொறுத்துச் சிறுநீரில் குளுகோசு வெளியேற்றப்படுதலும் மீளுறிஞ்சுதலும் வடிகட்டுதலும் நிகழ்வதைப் படம் காட்டுகிறது. (புல்டனைப் பின்பற்றியது)

குளுக்கோசு மீளுறிஞ்சப்படுதலும், வெளியேற்றப்படுதலும் (Reabsorption and elimination of glucose): (மாப்பொருள்களின்) சீர்வளர்சிதை மாற்றம் கொண்டவர்களின் சிறுநீரில் குளுக்கோசு மட்டுமன்றிப் பிரக்டோசும் மற்றச் சருக்கரைப் பொருள்களுங்கூடக் காணப்படுவதில்லை. அஃதாவது குருதியில் சருக்கரையின் அளவு நூற்றுக்கு 170-200 மி. கிராமுக்கு மேற்படாதபோது சிறுநீரில் குளுக்கோசு காணப்படுவதில்லை. அதே நேரத்தில் பிசிதத்திலிருக்கும் சருக்கரை அளவினைப்போலவே, குஞ்ச வடிநீரிலும் சருக்கரையின் அளவும் இருக்கும். குளுக்கோசு மீளுறிஞ்சப்படுதல் சிறுநீரகக் குழல் மேலிழையும் நுண்ணியங்களில் 6-பாசுபாரிக் அமிலம் உருவாதலுடன் இணைந்துள்ளது. சைலோசு (xylose) போன்ற தனிச் சருக்கரைப் பொருள்கள்

(Monosaccharides) மறுபுறமான பரவுதலைக் கொண்டிருப்பதால் இப் பொருள்கள் மீளுறிஞ்சப்படும் அளவு தள்ளிவிடக் கூடியதாக இருக்கின்றன. பிசிதத்திலுள்ள குளுக்கோசின் அடர்த்தி 170 - 200 மி. கிராமான குறுமட்டத்திற்கு மேற்படும்போது சிறுநீர்ப் பையினை அடையும் சிறுநீரில் குளுக்கோசு காணப்படுகின்றது. சிறுநீருடன் வெளியேற்றப்படும் குளுக்கோசின் அளவு பிசிதத்தில் அதன் குறிப்பிட்ட அடர்த்தியில் தொடங்கி, விரைவாக உயர் கிறது.

ஒரு நிமிடத்தில் நெப்ரானின் தொடக்கப் பகுதியினுள் பிசிதத்திலிருந்து வடிகட்டப்பட்ட குளுக்கோசின் அளவிற்கும் ஒரு நிமிடத்தில் சிறுநீருடன் வெளியேற்றப்பட்ட குளுக்கோசின் அளவிற்குமுள்ள வேறுபாடே, மீளுறிஞ்சப்பட்ட குளுக்கோசின் அளவாகும். எனவே, (Rgl. = Cgl. p × *x* − Cgl. u. × V)

$$\left\{\begin{matrix}\text{மீண்டுறிஞ்சப்}\\ \text{பட்ட}\\ \text{குளுகோசின்}\\ \text{அளவு}\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}\text{பிசிதத்தில்}\\ \text{குளுக்}\\ \text{கோசின்}\\ \text{அடர்த்தி}\end{matrix}\right\} \times \left\{\begin{matrix}\text{குஞ்சம் வடிகட்டு}\\ \text{தலின் வேகமானம்}\\ \text{or}\\ \text{இனுலின் தெளிவுறு}\\ \text{தல் வேகமானம்}\end{matrix}\right\}$$

$$\left\{\begin{matrix}\text{சிறுநீரில் குளுக்}\\ \text{கோசின் அடர்த்தி}\end{matrix}\right\} \times \left\{\begin{matrix}\text{சிறுநீர் உருவாதலின்}\\ \text{வேகமானம்}\end{matrix}\right\}$$

(R = ஒரு நிமிடத்தில் உறிஞ்சப்படும் குளுக்கோசு அளவு (மில்லி கிராம்களில்) *x* = இனுலின் தெளிவுறுதல் வேகமானம்.)

ஒரு நிமிடத்தில் சிறுநீரகக் குழல்களிலிருந்து குளுக்கோசு உறிஞ்சப்படும் வேகத்தைக் கண்டுபிடிப்பதன்மூலம் (Rate of Rgl.) குளுக்கோசு உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படத் தொடங்கிய பின்னர், சிறுநீரகங்களால் வெளியேற்றப்படும் குளுக்கோசின் அளவிற்கும், குருதியில் குளுக்கோசுஅளவிற்குமிடையே நேர்வீதம் ஏற்படுகிறதென்பதைக் காட்ட இயலும். (படம் 162 பக்கம் 99.)

எனவே மீளுறிஞ்சப்படுதல் வேகமானம் நிலைமமாக இருக் கிறது. இல்லாவிடில், குருதியில் குருதியிலுள்ள அடர்த்தியோடு வெளியேற்றப்படும் குளுக்கோசின் அளவு நேர்வீதத்திலிருக்க முடியாது. குளுக்கோசு மீளுறிஞ்சப்படுதலின் வேகமானம் நிமிடமொன்றுக்கு 300—350 மி. கிராமாக இருக்கிறது (படம் 162). பெருமளவில் குளுக்கோசினைக் குருதியில் செலுத்தி, இதன் வேகமானத்தைக் கண்டறிவதன்மூலம், சிறுநீரகக் குழல் களின் நிலையினைப்பற்றி யறிந்து கொள்ள முடியும்.

சிறுநீரகக் குழல் சுரத்தல்
(Tubular Secretion)

இனுலின் தெளிவுறுதலின் மடங்கெண்ணைக்கொண்டு, குஞ்சம் வடிகட்டுதலின் வேகமானத்தை மதிப்பிடுவதன்மூலம் சிறுநீரகக் குழல்களின் நுண்ணணியங்கள் சில பொருள்களைக் குருதியிலிருந்து, சிறுநீருக்குள் சுரப்பது பற்றிய சிக்கலுக்கு விடை காணமுடியும். ஒரு நிமிடத்தில் சும்லியான்சுகி நுண்ணமைப்பினுள் தந்துகிச் சுவர்களின் வழியே வடியும் நீரின் அளவினை இனுலின் தெளிவுறுதல் மடங்கெண் காட்டுகிறதென்பதை நினைவிலிருத்திக் கொள்ளவேண்டும். ஒரு பொருளின் தெளிவுறுதல் மடங்கெண், இனுலின் தெளிவுறுதல் மடங்கெண்ணைவிட, அஃதாவது குஞ்ச வடிகட்டுதலின் வேகமானத்தைவிட, மிகுந்திருப்பின், அப் பொருள், சிறுநீரகக்குழல்கள் வழியே சிறுநீர் ஒழுகிச் செல்லும் போது ருகுதியிலிருந்து சிறுநீருக்குள் கலக்கப்பட்டிருக்குமெனக் கொள்ளவேண்டும். இனுலின் அல்லது மானிடால் போன்ற பொருள்களைவிடப் பல பொருள்களின் தெளிவுறுதல் மடங்கெண் மிகுதியாகவே இருக்கின்றனவெனத் தெரிகிறது. சிறுநீரகங்களை *x* — கதிர் படம் பிடிக்க உதவும் ஐயோடின் கலந்த டையோடிராசுடு, பாரா - அமினோ பென்சாயிக் அமிலம் (Para - amino benzoic acid), பென்சிலின், சாயப் பொருள்களான ஃபீனல்ரெட் போன்ற சில மேற்கூறிய பொருளின் தன்மை யுடையன. இப்பொருள்களின் தெளிவுறுதல் மடங்கெண்கள் 400-லிருந்து 800-வரை இருக்கலாம். அஃதாவது இனுலின் தெளிவுறுதலின் மடங்கெண்ணைவிட மூன்றிலிருந்து ஏழுமடங்காக உயர்ந்து விடுகிறது.

பிசிதத்தில் குருதியிலிருந்து, சிறுநீரகக்குழற் சிறுநீரினுள் சிறுநீரகக்குழல் நுண்ணணியங்களினல் சுரக்கப்படும் பொருள்கள் பிசிதத்தில் கரைந்துள்ள அடர்த்தி உயர்ந்தவுடன், இனுலின் தெளிவுறுதலின் மடங்கெண்ணைவிட மிகுதியாக இருக்குமிப் பொருள்களின் தெளிவுறுதல் மடங்கெண், குறையத் தொடங்கி இனுலின் தெளிவுறுதல் அளவை நெருங்குகிறதென்று, இப் பொருள்களின் தெளிவுறுதல் மடங்கெண்ணைக் கணக்கிடும் போது தெரிய வருகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்குமேல் இப்பொருள்களைச் சிறுநீரகக்குழல் நுண்ணணியங்கள் சுரக்க இயலா என்ற மெய்ம்மையே இதற்குக் காரணமாகும். அதே நேரத்தில் குருதியிலிருந்து வடிகட்டப்படுவதாலும் சுரக்கப்படுவதாலும் வெளியேற்றப்படும் பொருள்களினுடைய பிசித அடர்த்தி கூடினும் வெளியேற்றப்படும் சிறுநீரின் அளவு மாறுபடுவதில்லை.

பாரா - அமினோ கிப்பூரேட்டுகள், டையோடிரசுடு (Para - amino hippurates diodrast) போன்ற பொருள்களைச் சிறுநீரகக் குழல் மேலிழைமத்தின் நுண்ணியங்கள் குருதியிலிருந்து சிறு நீருக்குள் சுரக்கின்றன. சிறுநீரகக் குழல்களின் தந்துகிகளின் வழியே பாயும் குருதியிலிருந்து பாரா - அமினோ கிப்பூரேட்டு களும், டையோடிரசுடுகளும் முழுவதுமாக வெளியேறி விடுகின்றன என்பது சிறுநீரகச் சிரைக் குருதியிலும், தமனிக் குருதியிலும் இப்பொருள்களின் அடர்த்தியை வேதியியல் முறைப்படி கணக்கிட்ட ஆய்வுகள்மூலம் தெளிவாகின்றன. (சிறுநீரகங்களின் வழியே பாயும் குருதியில் 10 விழுக்காட்டுக்கூறு நெப்ரான்களின் வழியே பாய்ந்து செல்லாததால் இப்பகுதிக் குருதியிலிருந்து மேற்கூறிய பொருள்கள் வெளியேற்றப்படுவ தில்லையெனக் கொள்ளவேண்டும்.)

சிறுநீரகக்குழல் மேலிழைம நுண்ணியங்களால், சிறுநீரினுள், சிறுநீரகத்தினுள் பாயும் பிசிதத்திலிருந்து டையோடிரசுடு, பாரா அமினோ கிப்பூரேட்டுகள் போன்ற பொருள்களின் 90 விழுக் காட்டுக் கூறுகள் வெளியேற்றப்படுகின்றன என்பதைக் கொண்டு ஒரு நிமிடத்தில் சிறுநீரகத்தின் வழியே பாயும் பிசிதத்தின் அளவினையும் அதைக்கொண்டு குருதியின் அளவினையும் நாம் கணக்கிட முடியும். ஏனெனில், தமனிக் குருதியின் பிசிதத்தில் இப்பொருள்களின் அடர்த்தியும் சிறுநீரகங்களின் வழியே பாயும் குருதியின் 100மி.லி. பிசிதத்திலிருந்து வெளியேறும் இப்பொருள் களின் அளவும் ஒன்றாகவே இருக்கின்றன. (எ.கா.) தமனிக் குருதிப்பிசிதத்தில் 100க்கு 10மி. கிராம் டையோடிரசுடு கலந் திருக்கிறதென்றும், சிறுநீரகத்தின் வழியே பாய்ந்து வந்துள்ள குருதிப்பிசிதத்தில் (சிறுநீரகச் சிரைக் குருதிப் பிசிதத்தில்) டையோடிரசுடு சிறிது கூடக் காணப்படுவதில்லை என்றும் வைத்துக் கொண்டால் ஒவ்வொரு 100 மி.லி. பிசிதம் 10 மி.கி. டையோடி ரசுடினை வெளியேற்றுகிறதென்பது தெளிவாகிறது. ஒரு நிமிடத்தில் சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படும் டையோடி ரசுடின் மொத்த அளவு 60மி. கிராம் எனின் அந்நேரத்தில் $(60:10)\times 100=600$ மி.லி. பிசிதம் செயல்படுகின்ற சிறுநீரக நெப்ரான் களின் வழியே பாயும். இம்முறையைப் பயன்படுத்தியும் தெளி வுறுதல் மடங்கெண்ணைக் கண்டறிய முடியும் என்று தெரிகிறது. டையோடிரசுடு அல்லது பாரா - அமினோ கிப்பூரேட்டுகளின் தெளிவுறுதலைக் கொண்டு ஒரு நிமிடத்தில் சிறுநீரக நெப்ரான் களின் வழியே பாயும் பிசிதத்தின் அளவினைத் துல்லியமாகக் கண்டறியமுடியும். இவ்வாறு பிசிதத்தின் அளவினையும், குருதியில் பிசிதத்தின் வீதத்தையும் கொண்டு ஒரு நிமிடத்தில்

சிறுநீரகங்களின் வழியே பாயும் குருதியின் அளவினையும் அறிய முடியும்.

பாரா - அமினோ பென்சாயிக் அமிலம் அல்லது டையோடி ரசுடின் தெளிவுறுதல் வேகமானத்தைக்கொண்டு ஒரு நிமிடத்தில் ஆண்களில் 700 மி.லி. (130 மி.லி. கூடக்குறைய) பிசிதமும் பெண்களில் 600 மி.லி. (100 மி.லி. கூடக்குறைய) பிசிதமும் சிறுநீரகங்களின் வழியே செல்வதாகக் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். (இங்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை 1·73 மீ^{2} பரப்பளவுகொண்ட உடல்களுக்குப் பொருந்தும் வகையில் தரப்பட்டுள்ளன.) சிறுநீரகங்களின் வழியே ஒரு நிமிடத்தில் பாயும் குருதியின் அளவு 1000—1200 மி.லி. ஆகும். இந்த அளவு, ஒய்வு நிலைகளில், ஒரு நிமிடத்தில் பெருந்தமனிக்குள் இதயம் வெளித்தள்ளும் குருதியின் அளவில் 15—20 விழுக்காட்டுக் கூறுகளாகும். சிறுநீர் உருவாதலுக்கு ஒரு நிமிடத்திற்குப் பிசிதத்திலிருந்து 100-150 மி.லி. நனிநுண் வடிநீர் தேவையென்பதால் இத்துணை அளவு குருதி சிறுநீரகங்களுக்கு வழங்கப்படுகிறது.

எந்த நேரத்திலும், சும்லியான்சுகி நுண்ணறையினுள் பிசிதம் முழுவதும் வடிகட்டப்படுவதில்லை. அவ்வாறு நடப்பின் எஞ்சிடும் குருதிப் பகுதியால் (குருதியணுக்கள், புரதங்கள்) தந்துகிகள் அடைபட்டுவிடும். குஞ்சம் வடிகட்டுதலின் வேகமானத்திற்கும் சிறுநீரகங்களின் வழியே பாயும் பிசிதத்தின் வேகமானத்திற்குமிடையே உள்ள வீதத்தில் தொடர்பு, நெப்ரானின் தொடக்கப் பகுதியின் நுண்ணறையினுள் வடிகட்டப்படும் பிசிதத்தின் அளவினைக் காட்டுகிறது. பொதுவாக இதன் அளவு 15—25 விழுக்காட்டுக்கூறாகும்.

37. சிறுநீர் உருவாதலின் வேகமானமும் சிறுநீரகத்தின் செயல்களைக் கட்டுப் படுத்தும் முறைகளும்

(Rate of Urine Production and Regulation of Renal Activity)

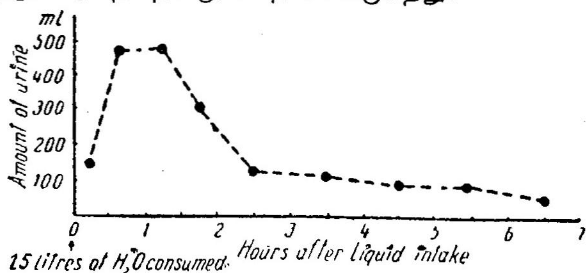
சிறுநீர் உருவாதலின் வேகமானம்

(Rate of Urine Production)

உடலிலுள்ள நீரின் அளவு, வளர்சிதை மாற்றத்தின் வேகமானம், சிறுநீரகங்கள் தவிர, மற்றக் கழிவு உறுப்புகள் வழியே நீர் வெளிப்படுத்தும் காரணிகள் முதலியன சிறுநீரகங்களால் உருவாக்கப்படும் சிறுநீரின் அளவினைக் கணிக்கின்றன. சீர் நிலைகளில் உடலிலுள்ள நீரின் அளவு ஒரே நிலையில் இருக்கும். தேவைக்கு மேற்பட்டு நீர்மைப் பொருள்கள் உட்கொள்ளப்படும் போது, உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் நீரின் அளவும் மிகுந்து விடுகிறது. தோல் வழியாக வியர்வை மூலமும், நுரையீரல் வழியாக வெளியேற்றும் காற்றில் கலந்து விடுவதன் மூலமும், சிறிதளவு நீர் உடலைவிட்டுநீங்குகிறதென முன்பே கூறியுள்ளோம். நாம் குடிப்பதும், உண்ணும் உணவிலுள்ளதும், வளர்சிதை மாற்றத்தின் போது ஏற்படுவதுமான நீர், சிறுநீரகங்களாலேயே பெருமளவில் வெளியேற்றப்படுகிறது. இந் நிலைகளில் உருவான நீரின் அளவு உடலினுள் நுழையும் நீரின் அளவோடு ஒத்திருக்கிறதெனலாம். ஆயினும் கடும் உழைப்பின்போதும் மிகு வெப்ப நிலையின்போதும் ஏற்படும் வியர்வை மூலம், தோல், நுரையீரல் போன்ற கழிவு உறுப்புகள் பெருமளவில் வெளியேற்றினுல், சிறுநீரின் அளவு மிகக்குறைவாக உடலினுள் நுழையும். நீர் இந்நிலைகளில், சிறுநீரகங்களைத்தவிர்த்து மற்றக் கழிவு உறுப்புகளால் வெளியேற்றப்படுகிறது.

சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையின் வெப்பம் 20°C ஆக இருக்கும் பொழுது சராசரி உணவு உட்கொண்டு, கடும் உழைப்பினைத் தவிர்த்து வாழும் மனிதனின் உடலிலிருந்து நாளொன்றுக்குச் சிறுநீரகங்களால் வெளியேற்றப்படும் சிறுநீரின் அளவு 1·2—1·5 இலிட்டர்களாகவிருக்கும்.

உட்கொள்ளும் நீரின் அளவும், சிறுநீரகங்களின் செயல்களும் (Reaction of kidneys to water intake): சீர்நிலைகளில் உடலினுடைய நீரின் அளவில் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்கேற்ப, சிறுநீரகங்களும் தங்களுடைய செயல்முறைகளை மாற்றிக்கொள்கின்றன. எடுத்துக் காட்டாக 1—1·5 இலிட்டர் நீரினை அருந்தியவுடன் சிறுநீரகங்கள் இதனை 3—6 மணிக்குள் வெளியேற்றிவிடுகின்றன. அதிலும் 75%னை முதல் இரண்டு மணி நேரத்திலேயே வெளியேற்றி விடுகின்றன. இதனை 163ஆம் படத்தில் விளக்கிக் காட்டியுள்ளோம். இப்படத்திலிருந்து, நீர் அருந்தி, 30—50 நிமிடங்கள் ஆனவுடனேயே சிறுநீர் உருவாதல் விரைவுபடுகிறது என்றும், ஒன்றரையிலிருந்து இரண்டு மணிக்குப்பின்னர் சிறுநீர் உருவாதல் குறையத் தொடங்கி நீர் உட்கொள்ளுமுன் இருந்த நிலையையே அடைந்து விடுகிறதென்றும் தெரிய வருகிறது.



படம் 163

நீர் அருந்திய பின் சிறுநீர் உருவாதலில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்
கிடைக்கோடு - நீரருந்திய பின்னரான நேரம்
செங்குத்துக் கோடு - சிறுநீர் உருவான விரைவுமானம்

நீர் உட்கொள்ளாதபோது சிறுநீர் உருவாதல் (Uriue production when no liquid is taken in): குறிப்பிட்ட கால வெளியில், நீர்மைகளே உட்கொள்ளப்படவில்லையெனில், சிறுநீரகங்களால் வெளியேற்றப்படும் நீரின் இழப்பால், உடலின் நீரளவு நிலைமம் குறைந்துவிடுகிறது. தொடர்ந்து நடைபெற்றுவரும் புரதப் பொருள் மாறுபாட்டின் விளைபொருள்களான சிறுநீருப்புப் போன்ற பொருள்கள் நீரில் கரைந்தே வெளியேறுவதால் சிறுநீரகங்கள் சிறுநீரை உருவாக்குவதை நிறுத்துவதில்லை.

எனினும் நீர்மை உட்கொள்ளப்படாதபோது மிகக் குறைந்த அளவு ஏறக்குறைய ஒரு மணி நேரத்தில் 15-30 மி.லி. சிறு நீரினையே சிறுநீரகங்கள் உருவாக்குகின்றன. சிறுநீர் குறைவான அளவில் உருவாகும்போது சிறுநீருப்பு பிறஉப்புகள் ஆகியவற் றின் அடர்த்தி மிகுந்துவிடுகிறது. இதனால் சிறுநீரின் பளுவீதம் உயர்ந்துவிடுகிறது.

சிறுநீரகச் செயலின் கட்டுப்பாட்டு முறைகள் (Regulation of Renal Function)

சிறுநீரகங்கள் சீராகப் பணிபுரியும்போது, நீர், அவியம், உப்பு ஆகியவற்றின் வளர்சிதை மாற்றத்தைப் பொறுத்தே, சிறுநீரின் சேர்க்கையும் அளவுமிருக்கும். நீர்மைகளை உட்கொண்ட போது சிறுநீரின் அளவு மிகுதலும், நீர்மைகளை உட்கொள்ளாத போது சிறுநீரின் அளவு குறைதலும் சிறுநீரகங்களின் செயல்கள் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன என்பதை மிகத் தெளிவாக விளக்கு கின்றன. நரம்பு மண்டலத்தின் உயர்விடங்களால் சிறுநீரகத் தின் செயலைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிராகச் செயல்படும் வினைமைகளாலேயே ஆக்கப்பட்டிருக் கின்றன. இவ்வினைமைகள் ஒன்றையொன்று மாற்றீடு செய்து கொள்கின்றன. சிறுநீரகத்திற்கு அனுப்பப்படும் நரம்புத் தூண்டல்களாலும் சிறுநீர் உருவாதலினை வயப்படுத்தும் நீர்மத் தினைச் சுரக்கும் மூளையடிச் சுரப்பியினாலும் இக் கட்டுப்பாடு முறை செயல்படுத்தப்படுகின்றது.

மூளையடிச் சுரப்பியின் பின்பகுதி நீர்மம் சிறுநீரகத்தின் செயலில் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள் (Effect of hormone of posterior lobe of Hypophysis on Kidneys): மூளையடிச் சுரப்பியின் பின்பகுதியினுடைய பிழிநீரான பிட்யூட்ரினை ஊசிமூலம் உடலில் செலுத்தியும், தனியே பிரித்தெடுத்துச் சிறுநீரகத்தின் வழியே இச் சுரப்பியின் பிழிநீர் கலந்த குருதியைப் பாய்ச்சியும் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து, மூளையடிச் சுரப்பியின் பின்பகுதியினுடைய பிழிநீர் சிறுநீர் உருவாதலைக் குறைக்கிறதென்று அறிகிறோம். சிறுநீரின் அளவு குறையின், சிறுநீரிலுள்ள பொருள்களின் அடர்த்தி மிகுந்துவிடும். ஃகென்லி வளைவின் ஒடுங்கிய பகுதியில் நீர் மீளுறிஞ்சப் படுதலை மிகுதிப்படுத்தியே மூளையடிச் சுரப்பியின் பின்பகுதியி னுடைய நீர்மம் சிறுநீர் உருவாதலைக் குறைக்கிறது.

ஃகென்லி வளைவின் ஒடுங்கிய பகுதியற்ற விலங்குகளில், இந் நீர்மம் சிறுநீர் உருவாதலைக் குறைப்பதில்லை என்று அறிவதன்

மூலம் இந் நீர்மம் செயல்படும் இடம் ஃகென்லி வளைவின் ஒடுங்கிய பகுதியென்பது தெளிவாகிறது.

மூளையடிச் சுரப்பியின் பின் பகுதியினுடைய நீர்மம், நெளி குழல்களில் நீர் மீளுறிஞ்சப்படுதலை மிகுதிப்படுத்துவதன்மூலம், சிறுநீரகக் குழல் சிறுநீரிலிருந்து உவர்மம், வெடியுப்பு போன்ற பொருள்கள் மீளுறிஞ்சப்படுதலைக் குறைக்கின்றது. இதன் விளைவாகச் சிறுநீரில் உவர்மம், வெடியுப்பு ஆகியவைகளின் அளவு உயர்ந்துவிடுகிறது. அத்துடன் இப் பொருள்களின் அயனிகள் ஒத்த அளவுடையச் எதிரயனிகளைச் சிறப்பாக, பாசியக அயனி களைச் சிறுநீரில் தேங்கிவிடச் செய்கின்றன. சிறுநீர் உருவாதலைக் குறைக்கும் இந் நீர்மமும் 'குழல் இறுக்கியம்' என்ற நீர்மமும் ஒன்றே எனச் சில ஆய்வாளர்கள் கருதுகின்றனர்.

மேற் சிறுநீரகச் சுரப்பியின் நீர்மமும், மற்ற அகச் சுரப்பிகளின் நீர்மங்களும் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள் (Effect of hormones of adrenal and other endocrine glands): மேற்சிறுநீர்ச் சுரப்பியின் புறணியி னுடைய ஒரு நீர்மம், சிறுநீரகக் குழல்களிலிருந்து உவர்ம அயனிகள் மீளுறிஞ்சப்படுதலைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இச்சுரப்பிகள் நீக்கப்பட்ட பின்னர், இச்சுரப்பியின் நீர்மமின்மையால் அவ்விலங்கு கணிசமான அளவு உவர்மத்தை இழந்து விடுகிறது. இதனால் பிசிதத்தில் உவர்மம், வெடியுப்பு இவைகளினுடைய அடர்த்தியின் வீதம் குறைந்துவிடுகிறது. இம் மேற் சிறுநீரகச் சுரப்பியை யிழந்த விலங்குகளுக்கு மிகுந்த அளவு உவர்மப் பாசியகையைக் கொடுப்பதன்மூலம் அவைகளின் வாழ்நாளினை நீட்டிக்க முடியும்.

துணைப் பரிசைச் சுரப்பியின் நீர்மம், குருதியிலிருந்து பாசு பாரிக் அமிலம் சிறுநீரினுள் வெளியேற்றப்படுவதை மிகுதிப் படுத்துகிறது.

மேலும் சிறுநீரகங்களின் பணியைப் பரிசைச் சுரப்பியும், மூளையடிச் சுரப்பியின் முன்பகுதியும் கட்டுப்படுத்துகின்றன எனக் கருதுவதற்கு இடமிருக்கின்றது.

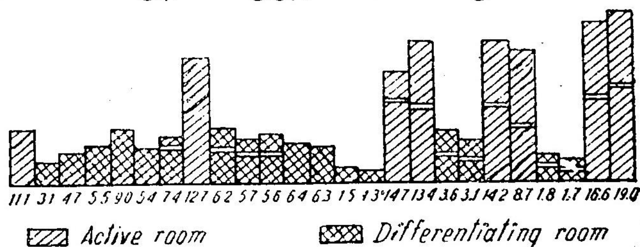
ஒரு தனிப்பட்ட உறுப்பில் நரம்புகள் விளைவிக்கும் செயல் களைக் கண்டறியும் முறைகள் நம்பத் தகுந்த முடிவுகளைத் தரத் தவறியதால், சிறுநீரகத்தின் பணியில் நரம்புகளின் வயப்படுத்தலை நிறுவ நெடுங்காலமாக இயலவில்லை. சிறுநீரகத்திற்குச் செல்லும் நரம்பிழைகளை மின்னுற்றலால் தூண்டினால் சிறுநீரின் அளவு குறைந்து விடுகிறதெனினும், குழல் சுருக்கும் நரம்பிழைகள் தூண்டப்படுவதன்மூலம் உட்செல் குழல்கள் சுருங்கிவிடுவதால், சிறுநீர் குறைகிறது என்று இதற்குக் காரணம் காட்ட இயலும். சிறுநீரகத்திற்குச் செல்லும் நரம்பிழைகள் துண்டிக்கப்படினும்

சிறுநீர் உருவாதலில் பெரும் மாற்றங்களோ, குலேவோ ஏற்படுவ தில்லே.

சிறுநீரகத் தமனியைக் கழுத்துத் தமனியுடனும், சிறுநீரகச் சிரையைக் கழுத்துச் சிரையுடனும் பொருத்தி, சிறுநீரகத்தைக் கழுத்துப் பகுதியில் ஒட்டவைத்துச் செய்த ஆய்வின்போது உடலில் நீர் மிகுந்திடும் நிலேகளில் பெருமளவு சிறுநீரை உருவாக்கிச் செயல்படும் திறனேச் சிறுநீரகம் இழப்பதில்லே என அறிகிறோம். இந்த ஆய்வுக்குட்படுத்தப்பட்ட விலங்கு நீர் உட் கொள்வது இல்லேயாதலால் நடுநரம்பு மண்டலத்தினின்றும் பிரிக்கப்பட்டுவிட்ட கழுத்தில் ஒட்டிய சிறுநீரகம் குறைந்த அளவு நீரையும், மிகுதியான அளவு சிறுநீருப்பையும், பிற உப்புகளே யும் வெளியேற்றுகிறதென்றும் காண்கிறோம். இந்த ஆய்வுகளின் துணேக்கொண்டு சிறுநீரகத்தினுள் நுழையும் இயக்குநரம்பிழைகள் மூலம் நரம்புகள் ஏற்படுத்தும் விளேவுகள் சிறுநீரகத்தின் பணிக்கு இன்றியமையாதன அல்ல என ஓர் எண்ணம் உருவாயிற்று. ஆனுல், சிறுநீகத்தின் பணிகளேயறிய, விலங்கினேயே முழுமையாக ஆய்ந்திடவேண்டும் என்ற பாவுலோவின் முறைகளேப் பயன் படுத்திச் சிறுநீர் உருவாதல் எப்பொழுதும் பெருமூளேப் புறணி யின் கட்டுப்பாட்டில் இருக்கிறதென பைகோவ் என்பவர் நிறுவினுர். சிறுநீரகத்தின் பணியினே நேரடியாக நிலேமாற்றிடும் ஒரு தூண்டுகையுடன், சிறுநீரகத்தில் விளேவேற்படுத்தாத ஒரு செயலியைப் பயன்படுத்திப் பழக்கு மறிவினேகளே உருவாக்கி டலாம். இதுபோன்றே பழக்கு மறிவினேகளால் சிறுநீரகம் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு வருகிறதென்ற மெய்ம்மை பைகோவின் கொள்கைக்குச் சான்ருகத் திகழ்கிறது. சான்ருக, சங்கொலியினேத் தொடர்ந்து பலமுறை விலங்கின் இரைப்பையினுள் நீரினேச் செலுத்திடவேண்டும். இவ்வாறு பலதடவை மீண்டும் மீண்டும் செய்த பின்னர், நீரினே உட்செலுத்தாமலேயே, சங்கொலிமூலம் வயிற்றில் நீரைச் செலுத்தித் தூண்டியபோது சிறுநீர் பெருகியது போன்றே, சிறுநீரினேப் பெருக்கிட இயலும் (படம்-164).

பெருமூளேப் புறணி வயப்படுத்தும் நுட்பம் (Mechanism of cortical influence on Kidneys) : மறிவினேகளால் விளேயும் புறணி யின் தூண்டுகைகள் இருவழிகளில் சிறுநீரகங்களுக்குக் கொண்டு வரப்படலாம்: (1) புறணியில் தோன்றிடும் நரம்புத் தூண் டலேகள் இயக்கு நரம்பிழைகள் வழியே சிறுநீரகத் திசுக்களே யடைந்து அவற்றை நேரடியாகத் தூண்டுகின்றன. (2) புறணி யில் தோன்றிடும் நரம்புத் தூண்டலேகள், மூளேயடிச் சுரப்பியின் பின்துண்டிற்கு ஊட்டப்பெற்ற நரம்பிழைகள் வழியே மூளேயடிச் சுரப்பியினேயடைந்து, ஆண்டி டையூரட்டிக் நீர்மத்தின் சுரப்பினே

மாற்றிவிடுகின்றன. ஒரு சிறுநீரகத்தின் நரம்பினை நீக்கிவிட்டு அவ்விலங்கின் இரைப்பையினுள் நீரினைப் பாய்ச்சித் தூண்டும் பொழுது சிறுநீரகத்தின்மீது விளைவேற்படுத்தும் மறிவினைகளால் சிறுநீர் வருவதைக் கொண்டு, மூளையின் புறணி இருவழிகளின் மூலம் பணியாற்றுகிறதெனக் கொள்ளமுடியும். ஆனால், சிறு நீரகத்தின் நரம்புகளை நீக்குவதோடு, நடுநரம்பு மண்டலத் தினின்று, மூளையடிச் சுரப்பியினையும் பிரித்துவிட்டால், நரம்பு நீக்கப்பட்ட சிறுநீரகத்தில் பழக்கு-மறிவினைகள் சிறுநீர் உருவாதலை மிகுதிப்படுத்த வியலாது போய்விடுகிறது. அதே நேரத்தில், சிறுநீரகத்தின் நரம்புத் தொடர்புகளை அழித்திடாது வைத்திருக்கும்பொழுது, மூளையடிச் சுரப்பினைப் புறணியிலிருந்து பிரித்த பின்னரும், வயிற்றுள் நீரைச் செலுத்தியபோது ஏற்படும் மறிவினையால் சிறுநீர் பெருகுதலைக் காண்கிறோம்.



படம் 164

(பைகோவினைப் பின்பற்றியது)

நாயின் வயிற்றினுள் நீரைச் செலுத்தியபோதும், |////| நீரினைச்செலுத் திடாதபோதும் |XXX| சிறுநீரின் அளவில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்.

ஒவ்வொரு கட்டமும், இரண்டு மணி நேர ஆய்வின்போது வெளி யேற்றப்பட்ட சிறுநீரின் அளவினைக் குறிக்கிறது. அடியிலுள்ள எண்கள் சிறுநீரின் அளவினை மில்லி லிட்டர்களில் குறிப்பிடுகின்றன. நீரினைச் செலுத்தாதபோது வெளியேறும் சிறுநீரின் அளவினைவிட நீரினை இரைப்பையினுள் செலுத்தியபோது வெளியேறிடும் சிறுநீரின் அளவு மிகுதியாக இருப்பதைக் காண்க.

பைகோவின் ஆய்வுக்கூடத்தில் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து சிறுநீரகங்கள் நரம்பு மண்டலத்தின் கட்டுப்பாட்டில் இயங்கு கின்றன என்று தெளிவாகத் தெரிய வருகின்றது. மூளையடிச் சுரப்பி பிரிக்கப்பட்ட பின்னரும், சிறுநீரகத்தின் பணிகளைப் பழக்கு - மறிவினைகள் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்றும், மூளையடிச் சுரப்பிக்கும் புறணிக்கும் இடையே உள்ள பழக்கு - மறிவினைத் தொடர்பால் சிறுநீரகத்தின் பணிகளைப் பழக்கு மறிவினைகள் கட்டுப்படுத்தக்கூடும் என்றும் இந்த ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. இங்கு மூளையடிச் சுரப்பி நேரடியாகப் பழக்கு - மறிவினைகளால்

இயக்கப்படுகிறதெனத் தெரிகிறது. மூளையடிச் சுரப்பியுடன் பழக்கு-மறிவினையை உருவாக்கிக் கொள்வதால் இரைப்பையினுள் நீர்பாய்ச்சுவதால் ஊக்கம் பெற்ற சங்கொலி போன்ற தூண்டுகை இரைப்பையினுள் நீர்பாய்ச்சியபோது ஏற்படுவது போலவே, மூளையடிச்சுரப்பியின் பின் பகுதியினுடைய நீர்மச்சுரப்பினைக் குறைக்கிறது. நீர் மீளுறிஞ்சப்படுதலை மிகுதிப்படுத்தும் நீர்மம் குறைவதால் சிறுநீரகம் உருவாக்கும் சிறுநீரின் அளவு பெருகு கிறது. இவ்வாறு சிறுநீரகத்தின் பணி புறணியின் நீர்ம - நரம்பு நுட்பத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

சிறுநீரகத்தின் இயக்கு நரம்புகளனைத்தையும் துண்டிப்பதன் மூலம் நிறைய நீர் உட்கொண்டபோது, சீர்நிலைகளில் ஏற்படும் உயர்வினைவிடச் சற்றுக் குறைவான அளவில் சிறுநீரின் அளவு உயர்தல் நீர் உட்கொள்ளாத போது சற்று மிகுதியாகச் சிறுநீர் வெளியேறுதல் போன்ற சில குறிப்பிட்ட மாறுதல்களை ஏற்படுத்தலாம்.

எனவே குடல் நரம்புகளின் வழியே சிறுநீரகங்களுக்குச் செல்லும் நேரடியான நரம்பு விளைவாட்சியினை மூளையடிச் சுரப்பியின் துணைக்கொண்டு இயங்கும் நரம்பு—நீர்மக்கட்டுப் பாட்டுமுறை முழுவதுமாக ஈடு செய்யமுடியவில்லையெனத் தெரிகிறது.

சிறுநீரகத்தின்மீது நடைபெறும் நீர்மச் செயல்கள் திறம் பெற உருவாகாத, பிறந்து சின்னாட்களே ஆன விலங்குகளின் சிறுநீரகங்களுடைய நரம்புகளை நீக்கிவிட்டால், சிறுநீரகத்தின் வினைத்திசு அழிவுற்று, அவ்விடங்கள் இணைப்புத்திசுக்களால் நிரப்பப்பட்டுவிடுகின்றனவென்று, சினட்சின்சுகியின் தலைமையில் நடந்த ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன.

உட்கொள்ளும் நீரின் அளவு கூடும்பொழுது சிறுநீரகத்தின் பணியில் ஏற்படும் மாற்றங்களின் நுட்பம் (Mechanism of changes in renal function with excess intake of water): குருதிக்குள் உறிஞ்சப் பட்ட நீர், அக்குருதியினை மிகச் சிறிய அளவில் நீர்த்துவிடுகிறது என்ற மெய்ம்மையே, சிறுநீர் பெருகுதலுக்குக் காரணமாகிய இயல்பான நுட்பமாகும். இவ்வாறு குருதி நீக்கப்படும் பொழுது, அதில் கரைந்துள்ள உப்புகளின் அடர்த்தியும் குறைகிறது. பிசிதத்தின் சவ்வூடழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள், குழல் களின் சுவர்களில் அமைந்துள்ள உறுப்பிடை ஏற்பிகளுள் ஒன்றான சவ்வூடழுத்த ஏற்பிகளைத் தூண்டுகின்றன. உட்கழுத்துத் தமனியின் சுவர்களில் இவ்வகைச் சவ்வூடழுத்த ஏற்பிகள் சிறப்பாகக் காணப் படுவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது (இரிச்சர்ட்சு). மிகு

சவ்வூடழுத்த உவர்மப்பாசியக நீரினை மிகச்சிறிதளவே கழுத்து உட்தமனியினுள் செலுத்துவதன் மூலம், மறிவினையால், ஆண்டி டையூரசுடிக் நீர்மத்தின் சுரத்தலைப் பெருக்கி, சிறுநீர் உருவாதலைக் குறைக்கமுடியும். இதற்கு நேர்மாருக, பெருமூளை யின் குருதிக் குழல்களிலுள்ள சவ்வூடழுத்த ஏற்பிகளை ஆழ்த்தி யுள்ள குருதிப்பிசிதத்தின் சவ்வூடழுத்தத்தில் சிறிது குறைவு ஏற்படின் மறிவினையால், ஆண்டிடையூரட்டிக் நீர்மம் சுரத்தலைத் தடுத்து, சிறுநீர் உருவாதலை மிகுதிப்படுத்துகிறது. ஆண்டி டையூ ரட்டிக் நீர்மம் சுரக்கப்படுவதற்கிடையில் ஏற்படும் காலத் தாழ்வின்போது சிறுநீரின் அளவு மிகுந்துவிடாது. ஏனெனில் குருதியில் முன்பே சுரக்கப்பட்டுக் கலந்திருக்கும் 'சேமிப்பு' நீர்மத்தால் அந்த அளவு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதனுல்தான் நீரினை உட்கொண்ட பின்னர் சிறுநீரின் அளவு மிகுவதற்கு 40 அல்லது 50 நிமிடங்கள் ஆகின்றன. குருதியில் முன்பே கலந்துள்ள ஆண்டி டையூரட்டிக் நீர்மம் வெளியேற்றப்படுவதற்கு ஆகும் நேரமே இந்நேரமாகும்.

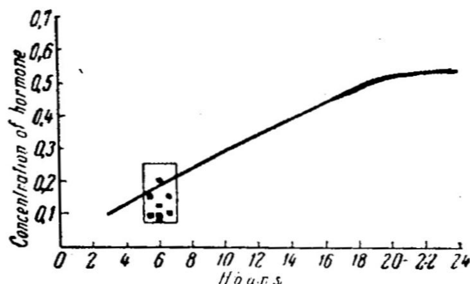
மூளையடிச்சுரப்பியின் பின்பகுதியால் சுரக்கப்படும் ஆண்டிடையூரட்டிக் நீர்மம் உடலிலிருந்து சிறுநீருடன் சிறுநீரகங் களால் வெளியேற்றப்படுகிறது. குருதியில் இந்நீர்மம் மிகுதியாக இருப்பின், சிறுநீரிலும் இந்நீர்மத்தின் அடர்த்தி மிகுதியாக விருக்கும். நீண்ட நேரமாக நீர்மைப் பொருள்களை உண்ணு திருப்பின், சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படும் ஆண்டிடையூரட்டிக் நீர்மத்தின் அளவு உயர்கிறது. (படம்—165) [சினட்சின் சுகியும் மற்றவர்களும்.]

இயக்கு நரம்பிழைகள் வழியே சிறுநீரகத்தின்மீது செயல்படும் நரம்புத் தூண்டலைகளின் தோற்றத்தினைக் குழல்களிலுள்ள சவ்வூடழுத்த ஏற்பிகளிலிருந்து தோன்றும் மறிவினைகளும் கட்டுப் படுத்தப்படலாம். உறிஞ்சப்பட்ட நீரால் குருதி நீர்க்கப்படும் பொழுது ஏற்படும் சவ்வூடழுத்த மாறுதல்கள், மிகக் குறைவாக இருப்பினும் இந்த ஏற்பிகள் தூண்டப்படுகின்றன.

பொதுவாக, சிறுநீரகத்தின் பணிகளை வயப்படுத்தும் இயல்பாயமைந்த மறிவினைகள், இயற்கையாகவே பழக்கு - மறிவினைகளுடன் பிரிக்க இயலாத அளவிற்குப் பெருந்தொடர்பு கொண்டுள்ளன. நீர் குடித்தல் மேலும், தேநீர், பீர், மற்றும் பல போதை நீர்கள் உட்கொள்ளும் போது இவற்ருல் ஏற்படும் தூண்டுகைகள் நீர் குடிப்பதனுல் சிறுநீரகங்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களைப்போலவே, சிறுநீரகத்தின் பணியினைத் தூண்டு கின்றன. நீரினை நாம் வாயினுள் ஊற்றிக் குடிக்கும் பொழுது,

நம்மையறியாமலேயே இரைப்பையினுள் நீர் செலுத்தப்படும் பொழுது சிறுநீரின் அளவு மிகுவதைப் போலவே பெரும்பாலும் இதைவிட, மிகுதியாகச் சிறுநீர் உருவாகிறது.

சிறுநீரகத்தில் உள்ள உறுப்பிடை ஏற்பிகளும், சிறுநீரகம் பணிபுரியும் பொழுது, தூண்டப்படலாம். இதனுல் விளையும் உணர்வுத் தூண்டல்கள் மறிவினைகள் மூலம், சிறுநீரகத்தின்



படம் 165

நீர்மைப் பொருள்கள் எதுவும் உட்கொள்ளாதபோது
சிறுநீரில் ஆண்டிடையூரட்டிக் நீர்மத்தின் அளவு.

நிலைக்கோட்டில் சிறுநீரில் இந்நீர்மத்தின் அடர்த்தியும், கிடைக்கோட்டில் கடைசியாக நீர் உண்ட பின்னர் உள்ள கால அளவும் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நீர்மைப் பொருள் உட்கொள்ளாத 6வது மணி நேரத்தில் சிறுநீரில் ஆண்டிடையூரட்டிக் நீர்மத்தின் அடர்த்தியில் ஏற்படும் ஏற்றத்தாழ்வுகளைச் செவ்வகம் குறிக்கிறது. அதனுள் இருக்கும் கறுப்புப் புள்ளிகள் 6 மாதமே நிரம்பிய குழந்தையிடம் ஏற்படும் மாறுதல்களைக் காட்டுகின்றன.

இதனுல், ஒவ்வொரு முறையும் நீர்மைப் பொருளை உட்கொள்ளும்போது இந் நீர்மத்தின் சுரப்புக் குறைகிறதென அறிகிறோம். நீர்மைப் பொருள் உட்கொள்ளுவது குறையின் இந்நீர்மத்தின் சுரப்பு மிகுதியாகிறது; குருதிக்குள் ஆண்டிடையூரட்டிக் நீர்மம் சுரக்கப்படும் செயல் மேற்கூறியபடி மறிவினையால் கட்டுப்படுத்துவதன்மூலமே, நீர்மைப் பொருளை மிகுதியாக உட்கொண்டபோது சிறுநீரின் அளவு மிகுவதும், நீர்மைப் பொருள் உட்கொள்ளாதபோது அதன் அளவு குறைவதும் நடைபெறுகிறது.

பணியினை வயப்படுத்தலாம். ஆயினும் இஃது இன்னும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை.

உப்புகள், குளுக்கோசு, மற்றபொருள்கள் யாவும் சிறுநீரின் அளவினைப் பெருக்கிடும் நுட்பம் (Mechanism of diuresis caused by salts, glucose and other agents) : சிறுநீரின் சவ்வூடழுத்தம் மிகுதியாக இருப்பின் மீளுறிஞ்சுதல் குறைவாகி விடுகிறது. சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீரின் சவ்வூடழுத்தம் 20 ஆவியமுக்கமாக உயரின், நீர்

மீளுறிஞ்சப்படுதல் குறைந்துவிடுகிறது. சிறுநீரின் சவ்வூடமுழுத்தம் **22—24** ஆவியமுக்கமாக மாறின் நீர் மீளுறிஞ்சப்படுதல் நின்று விடுகிறது. சிறுநீரில் கரைந்துள்ள அணுத்திரள்கள், அயனிகள் ஆகியவற்றின் அடர்த்தி மிகுவதனால் நீர் மீளுறிஞ்சப்படுதல் மிக மிகக் குறைந்துவிடுகிறது. இதனால் வெளியேறும் சிறுநீரின் அளவு மிகுந்து விடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, குருதிப் பிசிதத்தில் குளுகோசின் அடர்த்தி மிகுமெனின் குஞ்ச வடி நீரிலும் மிகுந்து விடுகிறது. 0·2%க்குமேல் இவ்வடர்த்தி சென்றுவிடின், மிகுதி யான குளுகோசு உறிஞ்சப்படுவதில்லை. எனவே, சிறுநீரகக் குழற்சிறுநீரின் சவ்வூடமுழுத்தம் மிகுந்து விடுகிறது. இதனால் நீர் மீளுறிஞ்சப்படுவது குறைந்து, வெளியேறும் சிறுநீரின் அளவு கூடுதலாகிறது. இந் நுட்பத்தினை, நீரிழிவு நோயிலும் குஞ்ச வடிநீர் ஆகியவற்றில் குளுகோசின் அடர்வினை உயர்த்திச் செய்யும் ஆய்வுகளிலும் காண்கிறோம்.

உவர்மக் கந்தகை, மக்னீசியக் கந்தகை போன்ற கந்தகை களைக் குருதியில் செலுத்துவதின்மூலம், சிறுநீரின் சவ்வூடமுழுத் தத்தை மிகுதிப்படுத்தலாம். இக் கந்தகைப் பொருள்கள் மீளுறிஞ்சப்படுவதில்லை. ஆயினும் குளுக்கோசும் கந்தகையும் சிறுநீரின் அளவினைப் பெருக்குவதை, இயங்கு-வேதியியலை அடிப் படையாகக் கொண்டு விளக்குவது முறையன்று. ஏனெனில், சிறுநீரில் குளுக்கோசின் அளவு 2% மேலாக உயர்ந்தபோதும் சிறு நீரின் சவ்வூடமுழுத்தத்தில் 2·5 ஆவியமுக்கம் மட்டுமே உயர்கிறது.

காஃபீன், சில பாதரசக் கூட்டுப் பொருள்களை உட்கொண்ட பின்னரும் வெளியேறும் சிறுநீரின் அளவு உயர்கிறது. காஃபின் சிறுநீரகங்களில் குருதியோட்டத்தை மிகுதிப்படுத்துவதன்மூலமே சிறுநீரின் அளவினை உயர்த்துகிறது. திசுக்களிலிருந்து குருதிக்குள் இழுத்துக் குருதியின் சவ்வூடமுழுத்தத்தினை மாற்றுவதன்மூலமே சிறுநீரின் அளவினைப் பாதரசக் கூட்டுப் பொருள்கள் மிகுதிப் படுத்துகின்றன.

சிறுநீரகத்தின் செறிவுபடுத்தும் திறனின் உச்சம் (Maximal concentration capacity of Kidneys) : வளர்சிதை மாற்ற வினை பொருள்களும், உப்புகளும் நீர்க் கரைசல்களாகவே சிறுநீரகங் களால் வெளியேற்றப்படுகின்றன. நீர் உட்கொள்ளப்படாத நிலைகளில் அகச்சூழலை நிலைமத்தில் வைத்திருக்க நீரினை உடலில் தேக்கிடவேண்டியது இன்றியமையாததாகும். அஃதாவது மிகச் செறிவான சிறுநீரினைச் சிறுநீரகங்கள் வெளியேற்றவேண்டும் நீர் மீளுறிஞ்சப்படுவதாலும் குருதியிலிருந்து சில பொருள்கள் (சீர் நிலைகளில் கிரியாட்டினினும் வெடியுப்பும்) சுரக்கப்படுவதாலும், சிறுநீரகக் குழல்கள் வழியே ஓடும்பொழுது சிறுநீரின் செறிவும்,

அதன் சவ்வூடழுத்தமும் மிகுந்துவிடுகின்றன. சிறுநீரகக் குழலின் நுண்ணியங்கள் சிறுநீரின் இந்தச் சவ்வூடழுத்தத்தைச் சிறிது நேரம் எதிர்த்து நிற்கின்றன. ஆயினும் சற்று நேரத்தில் சிறுநீர் குருதியினைவிட மிகு சவ்வூடழுத்தமாகிவிடும்பொழுது நுண்ணியங்களால் மேற்கொண்டு சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீரிலிருந்து நீரினை உறிஞ்ச இயலாத நிலை ஏற்படுகிறது. மனிதனிடத்துச் சிறுநீரின் சவ்வூடழுத்தம் 25 ஆவியமுக்கங்களாகும் (குருதியின் சவ்வூடழுத்தம் 7·2—7·6 ஆவியமுக்கங்களே). 6% சிறுநீருப்புக் கரைசலின் சவ்வூடழுத்தம் 25 ஆவியமுக்கமாகும். சிறுநீருப்புடன் பல்வேறு உப்புகளும் சிறுநீரில் இருப்பதால் (உணவு உட்கொள்ளாத போதும் இவ்வுப்புகள் சிறுநீரில் 1 விழுக்காட்டுக் கூருக அமைகின்றன.) 100 மி. லிட்டர் சிறுநீரில் 4—4·5 கிராம் சிறுநீருப்பினையே வெளியேற்ற முடியும். (குழந்தைகளில் இத்திறன் இன்னும் குறைவாகும். நாளொன்றுக்கு குறைந்தது 20—30 கிராம் சிறுநீருப்பு உருவாகின்ற மனித உடலில் நாளொன்று 400—500 மி. லிட்டருக்கும் குறைவாகச் சிறுநீர் உருவானுல் உடலில் தோன்றும் அவியக் கூட்டுப் பொருள்களை உடலிலிருந்து வெளியேற்றவியலாது. சிறுநீரகத்தின் பணியில் பழுதேற்படின் சிறுநீரகத்தின் நீரினை உறிஞ்சும் திறனைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது. எனவே, பட்டினியாக இருக்கும்பொழுதும், நீர்மையற்ற உணவு உட்கொள்ளும்பொழுதும் வெளியேறும் சிறுநீரின் அடர்த்தியினைக் கொண்டு, சிறுநீரகத்தின் திறனை அளந்திட இயலும். சிறுநீரில் சிறுநீருப்பின் அளவு 0·23 விழுக்காட்டுக்கூறு மிகுந்திடுமானுல், சிறுநீரின் பளுவீதம் ஏறக்குறைய 0·001 கூடுகிறது. எனவே 12 மணி நேரப் பட்டினிக்குப் பிறகும், அல்லது நீர்மையற்ற பொருள்களை உண்ட 12 மணி நேரத்திற்குப் பிறகும், வெளியாகும் சிறுநீரின் பளுவீதம், சிறுநீரகத்தின் செறிவுத் திறனை அளக்க உதவுகிறது. நலமுடைய உடல், பட்டினியாக இருந்திட்ட ஒரு மணி நேரத்தில் அல்லது நீர்மை உட்கொள்ளாத ஒரு மணி நேரத்தில் 20—30 மி. லி. சிறுநீரினையே வெளியேற்றுகிறது. இச்சிறுநீரின் பளுவீதம் (Sp. gravity) 1020க்கும் 1030க்கும் இடையே இருக்கிறது. இச் சிறுநீரில் சிறுநீருப்பின் அளவு 2·5-4 விழுக்காட்டுக் கூருக இருக்கிறது. சிறுநீரகத்தின் பணியில் ஏற்படும் பிறழ்நிலைகளில் ஃகென்லி வளைவின் உயிரணுக்கள் சிறுநீரகக் குழற் சிறுநீரிலிருந்து குருதிக்குள் நீரினை உறிஞ்சும் ஆற்றலைச் சிறிது இழந்துவிடுகின்றன. இதற்குச் சிறுநீரகக் குழல் உயிரணுக்கள் பழுதுறுவதால் மட்டுமன்றி, சிறுநீரகத்தின் பணிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகளில் ஏற்படும் பிறழ் நிலைகளும் காரணமாகின்றன. இந் நிலைகளில் பெருமளவு நீரினை இழப்பதன்மூலமே, அவிய வளர்சிதை மாற்றத்தின் கழிவினை உடலிலிருந்து நீக்க

முடியும். ஏனெனில், இந் நிலைகளில் பழுதுற்ற சிறுநீரகக் குழல் நுண்ணியங்களில் செறிவு மிகுந்த சிறுநீரினை உருவாக்க இயலாது போகிறது. மிகக் குறைவானசிறுநீருப்புக்கொண்ட பெரும் அளவுச் சிறுநீரினை இந்நிலைகளில் உடல் வெளியேற்றுகிறது. இந்நிலைகளில் வெளியேற்றப்படும் சிறுநீரின் பளுவீதம் குருதிப் பிசிதத்தைவிடச் சிறிதே உயர்ந்திருக்கிறது. 12—16 மணி நேரம் பட்டினியாக இருந்த பின்னர் வெளியேறும் சிறுநீரின் அளவினையும் பளுவீதத்தையும் (Sp. gravity) கணிப்பது சிறுநீரகத்தின் சிறுநீரினைச் செறிவு படுத்தும் திறனை அளப்பதற்கு உதவுகிறது. உருசியாவின் சிறந்த மருத்துவமனையாளர் சிம்னிட்சுகியால் உருவாக்கப்பட்ட இந்த ஆய்வு முறை சிறுநீரகத்தின் பணியினைக் கண்டறிவதற்கு ஒப்பற்ற ஒரு முறையாகும்.

சிறுநீர்ப் பிடிப்பு
(Anuria)

சிறுநீர் உருவாகாத நிலையே சிறுநீர்ப் பிடிப்பு எனப்படும். சிறுநீர் உருவாதல் கணிசமாகக் குறையின் அதனைச் சிறுநீர் குறை நிலை என்பர். சிறுநீர்ப் பிடிப்பு ஏற்பட்ட 4 அல்லது 5 நாட்களில் நோயாளிகள் இறந்துவிடுவர். உடலிலிருந்து வெளியேற்றப் படாத அவிய வளர்சிதை மாற்றத்தின்போது விளைந்த பொருள்கள் நஞ்சூட்டுவதே இதற்குக் காரணமாகும். இந் நிலையில் வலிப்பு, இதயத்தின் பணிகள் வலுவிழத்தல், மயக்கம் போன்றவற்றை — அஃதாவது, உயர் நரம்பு மண்டலத்தின் செயலொடுக்கத்தினை — ஏற்படுத்தும் பொருள்கள் இன்னதென்று இன்னும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. இப் பொருள்கள் சிறுநீருப்பு மட்டுமன்று, இன்னும் நமக்குத் தெரியாத புரத வளர்சிதை மாற்றத்தின் பல விளைபொருள்கள் சீர்நிலைகளில் சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படும் புரத அழுகற் பொருள்கள் போன்றவை இந்நிலையேற்படுத்துவதில் தலையாய பங்கு வகிக்கக்கூடும் என நம்புவதற்கிடமிருக்கிறது. இந் நிலையில் இதயப்பணியில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கு, குருதியில் வெடியுப்பு அயனிகள் மிகுந்து விடுதலே காரணமென்று அண்மைக் காலத்தில் கூறியுள்ளனர்.

சிறுநீர்ப் பிடிப்பு நிலைகளில், மிகுதியாக வியர்ப்பதன்மூலம் தோலும் குடற் சுரப்பினை மிகுதிப்படுத்துவதன்மூலம் குடலும் சீர்நிலையினைவிட மிகுதியான சிறுநீருப்பினை வெளியேற்றுகின்றன. எனினும் இவை, பழுதுபட்டுவிட்ட சிறுநீரகத்தின் பணியினைச் செவ்வனே ஈடு செய்ய இயலா. இந் நிலையில் பயன்படுவதற்காக 'வைவோ டையலைசர்கள்' கண்டுபிடிக்கப்பட்

38. சிறுநீர் வெளியேற்றப்படுதலும் சிறுநீரகமற்ற பிற கழிவு உறுப்புகளும்

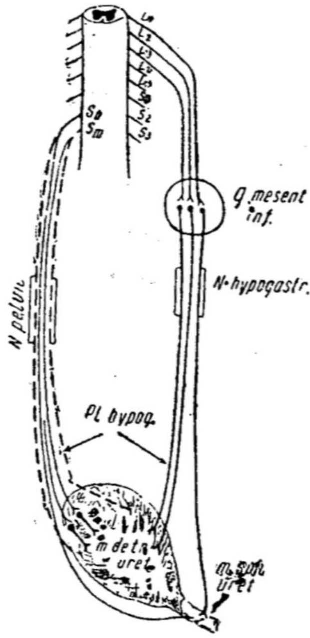
(Elimination of Urine And Extrarenal Excretory Processes)

சிறுநீர்க் குழாய், சிறுநீர்ப்பை ஆற்றும் பணிகள் (Functions of Ureters and Bladder)

சிறுநீர்க் குழாயின் இயங்கு தசைகளினுடைய அலைச் சுருக்கங்களாலேயே சிறுநீர் சிறுநீர்க் குழாயின் வழியே ஒழுகு கிறது. ஒரு நிமிடத்திற்கு ஒன்றிலிருந்து ஐந்து அலைச் சுருக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன. இச் சுருக்கங்கள் நிமிடத்திற்கு 2—2·5 செ.மீ. தொலைவைக் கடக்கின்றன.

சிறுநீர்ப்பையின் இயங்கு தசைகள் மூன்று அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளன. இடைப்பட்ட அடுக்கு சுற்றுத் தசை நார் களால் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது. உள், வெளி அடுக்குகள் சிறுநீர்ப் பையின் நடுக்கோட்டிற்கு இணையாக அமைந்துள்ளன. சிறுநீர்ப் புறவழி சிறுநீர்ப் பையைவிட்டு நீங்குமிடத்து, சுற்றுத் தசை நார்கள் தடித்தும், சிறுநீர்ப் புறவழியின் தொடக்கப் பகுதியினை உள்ளடக்கியும் இருக்கிறது. இப் பகுதியிலுள்ள சுற்றுத் தசை நார்களைச் சிறுநீர்ப்பை சுரிவளையத் தசையென அழைக்கிறார்கள். சிறுநீர்ப்பையின் மற்றத் தசைநார்கள் தெட்ருசார் தசையென அழைக்கப்படுகின்றன. ஆண்களின் சிறுநீர்ப்புற வழியின் மென் பகுதி வரித் தசையால் சூழப்பட்டுள்ளது. இவ்வரித்தசை, சிறுநீர்ப்புற வழி மென்பகுதியின் சுரிவளையத் தசையென அழைக் கப்படுகிறது. இச் சுரிவளையம் வெளிச்சுரி வளையமாக இயங்கு கிறது. குழி நிறைக்குமிழ்த்தசையும் இப்பணியையே ஆற்று கின்றது. பெண்களில், இத் தசைகளின் பணியைச் சிறுநீர்ப்புற வழியின் சுவர்களில் அமைந்துள்ள இடை அடுக்கு நார்கள் ஆற்றி

வருகின்றன. சிறுநீர்ப்பையை நிரப்புவதில் தெட்ரூசார் தசையும் சிறுநீர்ப்பையின் சுரிவளையத் தசையும் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்டுச் செயல்படுகின்றன. சிறுநீர்ப்பையின் இயங்கு தசைகள் சுருங்குவதால் உருவாகும் அழுத்தம் இப்பையின் சிறுநீரிலும் ஏற்படுகிறது. இதனால் சிறுநீர்ப்பை வெறுமையாகிறது. இதற்கு மாறாக சுரிவளையத்தின் சுற்றுத்தசைகள் சுருங்கும்பொழுது அவை சிறுநீர்ப்புற வழியைச் சுருக்கி, சிறுநீரினை வெளியேற விடாது தடுக்கின்றன.



படம் 166

சிறுநீர்ப்பையின் நரம்பூட்டத்தைக் காட்டும் படம்

இடப் புறம்: எதிர் பரிவு நரம்புகள்.

வலப் புறம்: பரிவு நரம்புகள்.

தொடரற்ற கோடு: உணர் நரம்பிழைகளைக் குறிக்கிறது. ஃகைபோ கேசுடிரிக் கூடுகையில் பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் முடிச்சுப் பின்னிழையும், எதிர் பரிவு நரம்புலண்டலத்தின் முடிச்சு முன்னிழையும் உணர்நரம்பிழைகளும் கலந்துள்ளன.

தெட்ரூசார் தசை சுருங்கி சுரிவளையம் நெகிழும்பொழுது, சிறுநீர்ப்பை வெறுமையாகிறது. தெட்ரூசார் தசை நெகிழச் சுரிவளையம் சுருங்கச் சிறுநீர் தேக்கமடைகிறது.

சிறுநீர்ப்பைத் தசைகளுக்கான நரம்பூட்டம் (Innervation of muscles of urinary bladder: தனித்தியங்கு நரம்பு மண்டலத்தின் குதப் பகுதியிலிருந்து (Sacral division) வரும் எதிர் பரிவு நரம்பிழைகளே தெட்ரூசார் தசையின் (Detrusor muscle) இயக்கு விளங்குகின்றன. இந்த எதிர்பரிவு நரம்புமண்டலத்தின், நரம்பு முடிச்சு முன்னிழைகளைத் தரும் நரப்பங்கள் தண்டுவடத்தின் இரண்டாவது, மூன்றாவது குதவட்டுக்களில் இருக்கின்றன. எதிர் பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் இந்த நரம்பு

(படத்திலுள்ள சொற்கள்):

N. pelvic: இடுப்புக் குழி நரம்பு (இ.ந.)

G. mesent. inf.: கீழ்க்குடலுறை முடிச்சு (கீ. கு. மு.)

N. hypogastr: ஃகைபோ கேசுடிரிக் நரம்பு (ஃகை. ந.)

Pl. hypog.: ஃகைபோ கேசுடிரிக் கூடிகை (ஃகை. கூ.)

M. detr. uret.: தெட்ரூசார் தசை (தெ. த.)

M. sph. uret: சிறுநீர்ப்புற வழிச் சுரித்தசை (சி.சு. த.)

முடிச்சு முன்னிழைகள் இடுப்பு நரம்புகள் வழியே சிறுநீர்ப் பையின் சுவர்களை அடைகின்றன. இங்கு, இவைகள் இரண்டாவது நரப்பங்களுடன் இணைகின்றன. இந்த இரண்டாவது நரப்பங் களின் குட்டையான நரப்பு விழுதுகள் எதிர் பரிவு நரம்புமுடிச்சுப் பின்னிழைகளாக விளங்குகின்றன (படம் 166). இந் நரம்பிழைகள் தெட்ரூசார் தசையைத் தூண்டுகின்றன. சிறுநீர்ப்பையின் சுரிவளையத்தைத் (Sphincter of the bladder) தடை செய்கின்றன.

சிறுநீர்ப்பையின் சுரிவளையத்தின் இயக்கு (Motor) நரம்பிழைகள், பரிவு நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து பெறப்படு கின்றன. இரைப்பைக் கீழ் முடிச்சு (Hypogastric ganglion) நரப் பங்களின் விழுதுகளே இச் சுரிவளையத்திற்கு நரம்பூட்டும் முடிச்சுப் பின்னிழைகள் ஆகும். இம் முடிச்சின் நரப்பங்களுடன் இணையும் முடிச்சு முன்னிழைகள், தண்டுவடத்தின் 1-3வது இடை வட்டுக் களில் அமைந்துள்ள பரிவு நரப்பங்களின் விழுதுகளேயாகும். இப்பரிவு முடிச்சு முன்னிழைகள் ஃகைபோகேசுடிரிக் முடிச்சினை அடைய குடலுறை மடிப்புக் கீழ்க்கூடுகை, மேல், கீழ் ஃகைபோகேசுடிரிக் கூடுகைகள் வழியே செல்கின்றன.

பரிவு நரம்பிழைகள் சுரிவளையத்தைச் சுருக்கி தெட்ரூசார் தசையின் வேலையைத் தடை செய்கின்றன. இதனைக் கீழ்க்கண்ட வாறும் குறிக்கலாம்.

	பரிவு நரம்பிழைகள்	எதிர்பரிவு நரம்பிழைகள்
தெட்ரூசார் தசை	தடை	தூண்டல்
சுரிவளையத்தசை	தூண்டுதல்	தடை

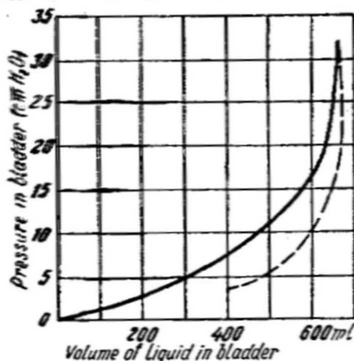
சிறுநீர்ப்பையிலிருந்து உணர் நரம்பிழைகள் இடுப்பு இரைப்பைக்கீழ் நரம்புகள் வழியாகச் செல்கின்றன; ஆனால் சிறுநீர்ப்புற வழியின் உணர்நரம்பிழைகள் இன உறுப்புச் சார்பு நரம்புகள் வழியே செல்கின்றன. சிறுநீர்ப்பை, புறவழி ஆகிய வற்றின் வலி உணர்வுத் தூண்டலைகளைக் கொண்டு செல்லும் நரம்பிழைகள் இடுப்பு நரம்பு வழியாகவே செல்கின்றன.

சிறுநீர் கழிதலின் நுட்பம்
(Mechanism of Micturition)

விறைப்பினை மாற்றிக்கொள்ளாது நீளும் தன்மை இயங்கு தசைகளுக்கு, சிறப்பாக, சிறுநீர்ப்பைத் தசைகளுக்கு உண்டு. சிறுநீர்ப்பையில் 10, 30 அல்லது 100 மி. லிட்டர் சிறுநீர் இருப்பினும் சுருங்குவதற்கான தூண்டலைகள் வரும் வரை அந்தப் பையின் அழுத்தத்தில் மாறுதல்கள் எதுவும் ஏற்படுவதில்லை.

இதற்கு மாறாக இப் பையினுள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் நீர்மையின் அளவு உயர்ந்துவிடின் (இந்த அளவு சிறுநீர்ப்பையின் உடலியங்கியல் நிலையைப் பொறுத்தது) இப் பையில் அழுத்தம் மிகுந்துவிடுகிறது. சிறுநீர் கழிக்கும்போது இவ்வழுத்தம் உடனடியாகக் கீழிறங்கிவிடுகிறது (படம் 167).

சிறுநீர்ப்பையின் சுவர்களிலமைந்துள்ள ஏற்பிகளைத் தூண்டும் இயற்கைத் தூண்டுகையாகச் சிறுநீர்ப்பை விரிதல் விளங்குகிறது. இந்த ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டவுடன், மறிவினைகளின்மூலம் தெட்ரூசார் தசையைச் சுருக்கி, சுரிவளையத்தை நெகிழ்த்துகிறது. இம் மறிவினைக்குச் சிறுநீர் கழித்தல் மறிவினை (Micturition reflex) என்று பெயர்.



படம் 167
(டென்னி - பிரௌனைப் பின்பற்றியது)
சிறுநீர்ப்பையிலுள்ள சிறுநீரின் அளவு

சிறுநீர்ப்பை விரியும்பொழுது அப்பையிலுள்ளஅழுத்தத்தைத் தொடர் கோடும், சிறுநீர் கழிக்கும்போது சிறுநீர்ப்பையில் அழுத்தம் குறைவதைத் தொடரற்ற கோடும் காட்டுகின்றன.

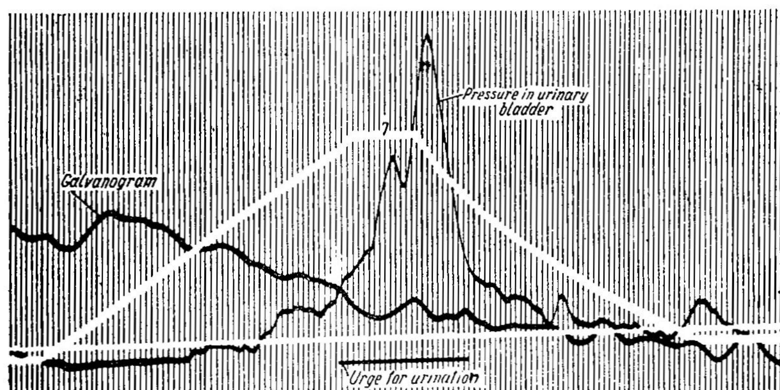
சிறுநீர்ப்பை, 200—250 மி.லி. சிறுநீரால்விரிவடையும்பொழுது, சிறுநீர்ப்பையினுள் அழுத்தம் 12-15 செ.மீ. நீரழுத்தமாக உயர்வதால் தெட்ரூசார் தசைகள் மறிவினையால் சுருங்குகின்றன. ஆயினும், சிறுநீர்ப்பை மிக விரைவில் நிறைக்கப்படுமாயின் மிகக் குறைந்த அளவு சிறுநீராலேயே சிறுநீர்ப்பையின் அழுத்தம் 12-15 செ.மீ. நீரழுத்தமாகிறது. சிறுநீர்ப்பையின் நீர்மையழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவினை அடைந்ததும் சிறுநீர் கழிக்கவேண்டும் என்ற உணர்வு தோன்றுகிறது. சிறுநீர் கழிக்கவேண்டும் என்ற உணர்வு உருவானதும் உயிர்த்தலில் மாறுதல்கள் தோலின் மின்னழுத்த மாறுதல்கள் முதலியன ஏற்படுகின்றன. எனவே, சிறுநீர் கழிப்பதும் மற்ற மறிவினைகளைப் போலவே, பல்வேறு இயக்கிகளின் செயல்களோடு தொடர்புடையது எனத் தெரிகிறது.

சுரிவளையம் சுருங்கியிருக்குமானால் தெட்ரூசார் தசை சுருங்கினாலும் சிறுநீர் வெளியேறாது. சுரிவளையம் நெகிழாதபோது தெட்ரூசார் தசையின் சுருக்கம், சிறுநீரை வெளியேற்றாத நிலையில் தான் சிறுநீர் கழிக்கவேண்டும் என்ற உணர்வு உருவாகும் எனக் கூறுகிறார்கள். தெட்ரூசாரின் இச் சுருக்கங்கள் விரைவிலேயே

நின்றுவிடுகின்றன. சிறுநீர்ப்பை மேலும் விரிவடைந்த பின்னர் மீண்டும் இச்சுருக்கங்கள் தொடங்குகின்றன.

(அ) வயிற்றின் தசைகள் சுருங்குவதால் சிறுநீர்ப்பையினுள் அழுத்தம் உயர்கிறது. இதனாலேயே நாம் விரும்பும்போது சிறுநீர்ப்பையில் சிறுநீர் சிறிதளவே இருப்பினும் சிறுநீர் கழிக்க இயல்கிறது.

(ஆ) சிறுநீர்ப்புற வழி வாயிலாகச் சிறுநீர் செல்லும்போது சிறுநீர்ப் புறவழியில் அமைந்துள்ள ஏற்பிகள் தூண்டப்படுவதால்



படம் 168

சிறுநீர்ப்பையினுள் நீரினை பாய்ச்சுவது போன்ற நிகழ்வின்போது சிறுநீர்ப்பையின் சுருக்கங்கள் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. சிறுநீர்ப்பையினுள் மெய்யாகவே நீர் செலுத்தப்பட்டபோது சிறுநீர்ப்பையின் விரிவும் அழுத்த அளவையில் அழுத்தம் உயர்வதும் ஒன்றாக இருந்தன. அழுத்த அளவையில் அழுத்தம் ஏழினை எட்டவும், சிறுநீர்ப்பையில் அழுத்தம் உயர்வதைக் காணலாம். மேலும் சிறுநீர் கழிக்கும் எண்ணமும் தோலின் மின்னழுத்தமாறுதல்களும் ஒரே வேளையில் தோன்றுகின்றன. (ஐராபீடையன்சு)

Galvanogram : மின்னழுத்தப் பதிவு
Pressure in the bladder : சிறுநீர்ப்பையிலுள்ள அழுத்தம்
Urge for urination : சிறுநீர் கழிக்கும் எண்ணம்

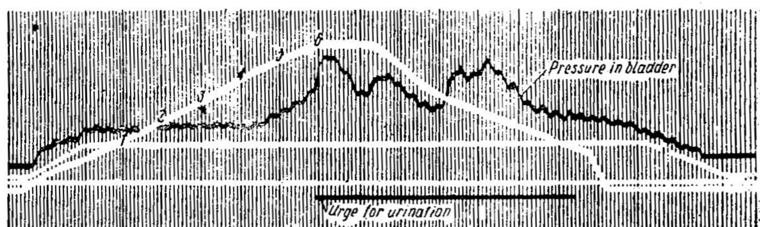
ஏற்படும் மறிவினைகள் தெட்ருசார் தசைகளின் சுருக்கங்களை மிகுவிக்கின்றன.

(இ) சிறுநீர்ப் புறவழியின் தொடக்கப்பகுதியினுள் சிறுநீர் சென்றதும் (ஆணிடத்து) புறச்சுரி வளையம் நெகிழ்தலும் குழிநிறைக் குமிழ்த்தசை நெகிழ்தலும் நிகழ்கின்றன. இவ்வாறாக மேற்கூறிய மூன்றும் சிறுநீர் கழிக்க உதவுகின்றன.

சிறுநீர் கழித்தல் ஒரு மறிவினைச் செயலாகும். இம்மறிவினையின் மறிவினை வட்டம் தண்டு வடத்தின் 2வது, 3வது, 4வது

குதவட்டுகளில் முடிவடைகின்றன. இவ்வட்டுகளில்தான் சிறுநீர்ப்பையின் இயக்கு நரப்பங்களும் சிறுநீர்ப்பையிலுள்ள ஏற்பிகளின் உணர்நரம்பிழைகள் முடிவுறும் நரப்பங்களும் அமைந்துள்ளன. இத்தண்டுவட நரப்பங்களை நடுநரம்பு மண்டலத்தின் உயர்விடமான பெருமூளைப் புறணி கட்டுப்படுத்துகின்றது. புறணிக்கட்டுப்பாடு இருப்பதால்தான் சிறுநீரினை 'விரும்பும் போது' தேக்கிடவும் கழித்திடவும் இயலுகிறது.

சிறுநீர் கழித்தலின் கட்டுப்பாட்டு முறைகள் பெருமூளைப் புறணியினை உள்ளடக்கியிருக்கின்றன. ஐராபீடையன்சு தன்னுடைய ஆய்வுகளைக்கொண்டு பழக்கு மறிவினைகள் மூலம் சிறுநீர் கழித்தலை வயப்படுத்த முடியும் எனக் காட்டியுள்ளார்.



படம் 169

சிறுநீர்ப்பையினுள் நீரைச் செலுத்தியபோது அழுத்த அளவையின் அழுத்தம் உயர்ந்தது போன்று, ஒன்று, இரண்டு, மூன்று என எண்களைக் கூறும்போது (சற்று அகலமான வெண்பட்டையால் காட்டப்பட்டுள்ளது.) சிறுநீர்ப்பையின் அழுத்தம் உயர்கின்றது; சிறுநீர் கழிக்கவேண்டுமென்ற எண்ணம் எழுகிறது; தோலின் மின்னழுத்தத்தில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. இவற்றைப் படத்தில் காணலாம். (ஐராபீடையன்சு).

Pressure in the bladder : சிறுநீர்ப்பையிலுள்ள அழுத்தம்
Urge for urination : சிறுநீர் கழிக்கும் எண்ணம்

நுழைகுழல் வழியே சிறுநீர்ப்பையினுள் நீரினைச் செலுத்தி, ஒருவரின் சிறுநீர்ப்பையினுள் ஏற்படும் அழுத்த மாறுதல்களை ஆராய்கின்றனர். சிறுநீர்ப்பை விரிவடைந்து, சிறுநீர்ப்பையினுள் அழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை அடையும் பொழுது, சிறுநீர்ப்பையின் தசைகள் சுருங்குகின்றன. இந்நேரத்தில்தான் சிறுநீர் கழிக்கவேண்டும் என்ற உணர்வு ஏற்படுகிறது (படம் 168).

ஆய்வுக்குட்படுத்தப்பட்ட ஓர் மனிதன் அழுத்த அளவையினைப் பார்த்துக் கொண்டிருக்கிறான் எனக் கொள்வோம். சிறுநீர்ப்பையினுள் உள்ள அழுத்தத்தைக் குறிக்கும் அழுத்த அளவையின் குறியுடன் உருவாகும் சிறுநீர் கழிக்கவேண்டும் என்ற

எண்ணம், பழக்கு மறிவினையாக மாறிவிடுகிறது. அழுத்த அளவை ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தைக் காட்டியதும் இம்மனிதன் சிறுநீர் கழிக்கவேண்டுமென உணர்கிறான். மேலும் சிறுநீர்ப்பையினுள் நீரைச் செலுத்தாமலே அழுத்த அளவையின் அழுத்தக் குறியினை அம்மனிதனுக்குக் காட்டுவதன் மூலம் அவனைச் சிறுநீர் கழிக்கச் செய்யலாம். (சிறுநீர்ப்பையினுள் அழுத்தம் சுன்னமாக இருந்தாலும் இதை ஏற்படுத்த முடியும்) இதற்கு மாறாக, அழுத்த அளவைச் சிறுநீர்ப்பையின் விரிவினைக் காட்டவில்லையெனில் 400, 500 அல்லது 600 மில்லி லிட்டர் நீரினை சிறுநீர்ப்பையினுள் செலுத்தினாலும், சிறுநீர்ப்பையின் அழுத்தம் மிக உயர்ந்தாலும் அம்மனிதனுக்குச் சிறுநீர் கழிக்கவேண்டும் என்ற எண்ணம் உருவாவதில்லை. சில எண்களைக் கூறிப் பழக்கு மறிவினையை ஏற்படுத்திச் சிறுநீர் கழித்தலைக் கட்டுப்படுத்தவும் முடியும். சிறுநீர்ப்பை ஏற்பிகளிலிருந்து பெருமூளைப் புறணிக்கு வரும் தூண்டல்களை இத்தூண்டுகைகள் இடமாற்றுகின்றன. சீர்நிலைகளில் சிறுநீர் கழிக்கும் செயல் சூழ்நிலையால் கணிக்கப்படும் பழக்கு மறிவினைகளாலேயே கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் மற்றச் சூழ்நிலைகளில் எடுத்துக் காட்டாக, படுத்திருக்கும் பொழுது கழிகலத்தில் சிறுநீர் கழிக்க முடிவதில்லை.

பிற கழிவு உறுப்புகள்

கழிவுப்பணி பெரும்பாலும் சிறுநீரகங்களின் வழியே நடைபெறினும், சிறுநீரகங்கள் மட்டுமே கழிவு உறுப்புகள் ஆகிவிடா. குடல் மலத்தினை வெளியேற்றுவது பற்றி ஏற்கெனவே விளக்கப்பட்டிருக்கிறது. அத்தோடு, தோல், கல்லீரல், நுரையீரல் ஆகியவைகளும் கழிவு உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன,

கழிவை வெளியேற்றுவதில் தோலின் பங்கு (Excretory function of skin): தோலின் அடியிலுள்ள பல்வேறு திசுக்களை மூடிக் காப்பதுடன், வியர்வையுடன் பல பொருள்களை வெளியேற்றும் பணியையும் தோல் செய்து வருகிறது. நீரினை வெளியேற்றுவதில் தோல் சிறப்பான பங்கு பெறுகிறது. இச்செயல் வெளியேற்றும் பணியாவதோடு மட்டுமன்றி, உடல் வெப்பக்கட்டுப்பாட்டிலும் பெரும் பங்கு ஏற்கிறது. நீர்மட்டுமன்றி, உப்புகள் (பாசியகை) இலாக்டிக் அமிலம், மற்றும் அவிய வளர்சிதை மாற்ற விளை பொருள்கள் ஆகியவையும் வியர்வையுடன் வெளியேற்றப்படுகின்றன. பெருமளவில் வியர்த்திடும்போது இச்செயல் சிறப்புடையதாகிறது. தோல் வழியே சிறுநீருப்பு போன்ற பல பொருள்கள் வெளியேறுவதால், சிறுநீரகத்தின் பணியில் குறை

வேற்பட்டாலும், அக் குறைவினை ஓரளவிற்கு ஈடுசெய்ய முடிகிறது.

வியர்வையை வெளியேற்றுவதோடு, கணிசமான அளவு நீரையும் உவர்மப் பாசியகையையும் தேக்கி வைத்துக்கொள்ளும் ஆற்றலைத்தோல் பெற்றிருக்கிறது. நீரும் உவர்மப்பாசியகையும் மிகுதியான அளவு உட்கொள்ளப்படும் போது தோலில் இவை நீண்ட நேரத்திற்கு மிகுதியான அளவில் தேக்கி வைக்கப்படுகின்றன. தோலின் மேற்பரப்பு அடுக்குகள். அமிலத்தன்மையுடையதாக இருப்பதால் நுண்ணுமங்களின் வலிவினைக் குறைக்கும் ஆற்றல் பெற்றிருக்கின்றன.

கழிவை வெளியேற்றுவதில் கல்லீரல், நுரையீரல்களின் பங்கு (Excretory function of liver and lungs): பித்த நீர், கல்லீரலிலிருந்து வெளியேறாவிடின் மஞ்சட் காமாலை நோயால் நோயாளிகள் இறந்துபடுவர் என்பதிலிருந்து கல்லீரல் பித்தநீரினை உருவாக்கி வெளியேற்றுவது ஒரு சிறப்பான பணி என்பது தெரிய வரும். இரும்பக நிறமியின் சிதைபொருள்கள் (பித்த நிறமிகள்) கொலசுடிரால் (பித்த அமிலங்கள்) விளைபொருள்கள் முதலியன பித்த நீரில் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இவைகளில் ஒரு பகுதி குடலிலிருந்து மீண்டும் குருதிக்குள் உறிஞ்சப்படுகிறது. மேலும் பலமாற்றங்களுக்குப் பின் இப்பொருள்கள் சிறுநீரகங்களாலோ, குடலாலோ வெளியேற்றப்படுகின்றன. எனவே கல்லீரல் நேரடியாக வெளியேற்றும் கழிவு உறுப்பாக இயங்கவில்லையெனத் தெரிய வருகிறது. கல்லீரலில் நடைபெறும் வளர்சிதை மாற்ற இடைநிலையிலிருந்து இக்கழிவுப் பணியினைப் பிரிக்க இயலாது.

வெளிவிடும் காற்றினை நீரின் ஆவி திண்ணிறைவு செய்கிறது. இதன் அளவு நுரையீரல் காற்றோட்டத்தையும், உள்ளுயிர்த்த காற்றின் ஈரத்தையும் பொறுத்து உள்ளது. சில நச்சுப் பொருள்கள் மிகக் குறைவான அளவில் வெளிவிடும் காற்றோடு வெளியேற்றப்படுவதாகச் சிலர் கூறுகின்றனர். ஆயினும் இது இன்னும் தெளிவாக நிறுவப்படவில்லை.

பகுதி X

நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் இயங்கியல்

(PHYSIOLOGY OF THE ENDOCRINE GLANDS)

39. நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் பணிகளை அறியப் பயன்படும் முறைகள்

(Methods of Investigating the Functions of the Endocrine glands)

திசுக்களின் வளர்சிதை மாற்றங்களினால் உருவாகிக் குருதியின் மூலம் உடல் முழுதும் எடுத்துச் செல்லப்படும் விளைபொருள்கள், உடலியங்கியலில் குறிப்பிட்ட மாறுதலைச் செய்கின்றன. சான்றாகக் குருதியிலுள்ள கரிஈருயிரியம் உயிர்த்தல் அசைவுகளை ஒழுங்கமைப்பதுடன், நடுநரம்பு மண்டலத்தையும் குறிப்பிடு மளவு வயப்படுத்துகின்றது. (பிரிவு 21-ஐக் காண்க) பல திசுக் களுக்குப் பொதுவான திட்டமற்ற வளர்சிதை பொருள்களைத் தவிர, சில சிறப்பான பொருள்கள் குறிப்பிட்ட உறுப்புகளால் சுரக்கப்பட்டுக் குருதியை வந்தடைகின்றன; இப்பொருள்கள் வளர்சிதை மாற்ற முறைகளிலும், வேறு பல உடலியங்கியல் பணிகளிலும் கணிசமான விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

சுரப்பிகளிலிருந்து நாளங்கள் வழியாக உடலின் மேற்பரப்பு அல்லது உணவுப்பாதை, மூச்சுக் குழல் போன்ற குழிவுப் பகுதி களுக்குச் செல்லும் வெளிச்சுரப்பு (External Secretion) நீர் போலன்றி, இச் சிறப்புச் சுரப்பு நீர் நேரடியாகக் குருதிக்குள் சுரக்கப்படுவதால் இது அகச் சுரப்பு நீர் (Internal Secretion)

என்றழைக்கப்படும். நாளமில்லாச் சுரப்பிகளால் குருதிக்குள் சுரக்கப்படும். உடலியங்கியல் மாறுபாடுகளை விளைவிக்கும் இப்பொருள்கள் நீர்மங்கள் எனப்படுகின்றன.

விலங்கு வளர்ப்புத் துறையில் மனிதனுக்குள்ள ஓர் நூற்றாண்டு காலப்பட்டறிவினால் நீண்ட நாள்களுக்கு முன்னரே விலங்குகளைக் கொழுக்க வைக்கவும், கவர்ச்சியான தோற்ற முடையதாகச் செய்யவும் பால் சுரப்பிகளை (Sex Glands) நீக்கும் முறை பழக்கத்திற்குக் கொண்டுவரப்பட்டது. இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்படுவதற்கும் (Castration), பால் துணைப் பண்பு களுக்குமுள்ள தொடர்பினைப்பற்றியும் நீண்ட நாள்களுக்கு முன் னரே அறியப்பட்டிருந்தது. ஆனால் குருதியில் பால் சுரப்பிகளின் நீர்களைச் செலுத்துவதால் பால் துணைப் பண்புகளில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் [இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்ட சேவல்களுக்கு மீண்டும் விரைகளைப் (Testes) பதித்து *1849*-ல் பெர்த்தோல்டு செய்த ஆய்வுகள்] 19ஆம் நூற்றாண்டின் இடைக்காலத்தில்தான் தெளிவாக உணரப்பட்டன. உட்சுரப்பு நீர்க் கோட்பாட்டின் வளர்ச்சியில் அறிஞர் கிளார்ட் பெர்னார்டுக்குப் பெரும் பங்குண்டு. 'அகச் சுரப்பு நீர்' என்ற சொல்லை முதன்முதலில் குறிப்பிட்ட வரும் அவரே. விலங்குகளின் விரைப் பிழிதல்களைத் (Testicular extracts) தன் உடலில் செலுத்தி பிரௌன் - செக்குவார்டு (*1889*) செய்த ஆய்வுகள் மாபெரும் கருத்துகளைத் தெளிவாக்கின. விரைப் பிழிதலை உட்செலுத்தியதால் 72-வயதான அவ்வறி வியலாளரின் உடல் வலிமையிலும் வேலை செய்யும் திறனிலும் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் காணப்பட்டது. இம் முன்னேற்றம் மனப் பிரமையின் விளைவே எனப் பிற்காலத்தில் நிறுவப்பட்ட போதிலும், பிரௌன் செக்குவார்டின் ஆய்வுகள் அகச் சுரப்பு நீரைப்பற்றிய புதிர்களுக்கு விளக்கம் தருவதற்குப் பயன்பட்டன.

அடிசன் நோயினால் (Addison's disease) அல்லற்படுபவர்களை ஆய்ந்ததில் சிறுநீரக மீச்சுரப்பியின் (Adreanals) இன்றியமையாத பங்கு பற்றித் தெளிவானது. கேடயச் சுரப்பிப் (Thyroid gland) பகுதியில் அறுவை மருத்துவத்தாலும், மற்றும் பேசிடோவ் (Basedow's) நோய், கேடயச் சுரப்பி நீர்மக் குறை நோய் (Myxoedema) ஆகியவைகளால் அல்லற்படுபவர்களை ஆராய்ந்த தாலும், இச் சுரப்பி நீரின் சிறப்புப் பற்றித் தெரிய இயன்றது. வளர்சிதை மாற்றக் கோளாறுகளினால் ஏற்படும் நோய்களை ஆய்ந்ததாலும், அக்கோளாறுகளை ஆய்வுகள் மூலம் விலங்குகளில் ஏற்படுத்தி ஆய்ந்ததாலும், இலேங்கர்கானின் திட்டுக்கள் (Island of Langerhans) துணைக் கேடயச் சுரப்பி (Parathyroid) மற்றும் மூளையடிச் சுரப்பி (Pituitary gland) ஆகியவைகளின் சுரத்தலைப்

பற்றி அறிய இயன்றது. இந் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் பெய்லிசு, சுடார்லிங் இருவராலும் (Bayliss & Starling) சுரப்பு ஊக்கி (Secretion) என்னும் சுரப்புக் கண்டறியப்பட்ட பொழுது நீர்மம் (Hormone) என்ற பெயரும் வழக்கில் கொண்டு வரப் பட்டது.

ஆய்வு விலங்குகளின் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைப் பற்றிய கண்டு பிடிப்புகள், இச் சுரப்பிகளை நீக்குவதால் ஏற்படும் விளைவுகள் மற்றும் அவைகளின் சுரப்பு நீரை உடலில் செலுத்துவ தால் உண்டாகும் விளைவுகள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் உருவானவைகளே. குறிப்பிட்ட உறுப்புகளை நீக்குவதாலும், தூண்டுவதாலும் ஏற்படும் விளைவுகளைத் தேர்ந்தாயும் இம்முறை உடலியங்கியலின் பல கிளைப் பிரிவுகளில் மேற்கொள்ளும் ஆய்வு களை ஒத்தேயிருக்கின்றன.

அறுவை முறையால் ஓர் சுரப்பி நீக்கப்படின், குருதியில் அதன் சுரப்பு செல்வது தடைப்படுகின்றது. இதனுல் வளர்சிதை மாற்றம், உறுப்புகளின் வளர்ச்சி உயிரமைப்பின் முதிர்ச்சி ஆகியவை பழுதுற நேருகின்றது. நீக்கப்பட்ட சுரப்பியை மற்றொரு விலங்கிலிருந்து எடுத்துப் பதிப்பதால், அல்லது அதன் சுரப்பு நீரை உடலுள் செலுத்துவதால் இப் பழுதுகள் ஈடு செய்யப்படுகின்றன.

சில சுரப்புகள் உணவுப் பாதையில் அழிக்கப்படுவதால், இவற்றை ஊசி மூலம் உடலுள் செலுத்தப்படுகின்றது. இவ்வகை ஆய்வுகள், குறிப்பிட்ட சுரப்பி நீக்கப்பட்ட விலங்குகளிலேயே பெரும்பாலும் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. இம்முறைகளில் நீக்கப்பட்ட சுரப்பியின் பிழிதலை அல்லது நீர்மங்களை உட்செலுத்துவதால், சுரப்பி நீக்கப்பட்டதால் தோன்றிய பழுதுகள் மறைகின்றன, அல்லது களையப்படுகின்றன. சீரான விலங்குகளின் குருதியில் நீர்மங்கள் செலுத்தப்படினும், உடலுள் உருவாக்கப்படும் அந் நீர்மத்துடன், மேற்கொண்டு செலுத்தப் பட்ட நீர்மமும் செயல்படுவதால் பழுதுகள் தோன்றுகின்றன.

சுரப்பிகளின் நீர்மங்களினுடைய வேதித் தன்மையை நிர்ணயிக்க, சுரப்பியின் பிழிதல் அல்லது சுரப்பித் திசுக்கள் சிதைவதால் தோன்றும் பொருள்களைப் பிரித்தெடுத்து, அவற்றின் உடலியங்கியல் செயல்முறை பற்றி ஆய்ந்தறியப் படுகின்றன. இம் முறைகளால் இறுதியில் தூய வேதிப் பொருளான 'நீர்மம்' உருவாக்கப்படுகின்றது. நீர்மத்தின் வேதியியல் அமைப்பு சிக்கலற்றிருப்பின் செயற்கை முறையில் இந் நீர்மத்தை உருவாக்க இயலும். செயற்கை முறையில்

உருவான நீர்மமும், சுரப்பியிலிருந்து இயற்கையாகச் சுரக்கும் நீர்மமும் உடலில் ஒத்த விளைவுகளை ஏற்படுத்த இயலும் தன்மையைக் கொண்டு, அவை ஒத்த வேதித் தன்மையைக் கொண்டுள்ளது எனத் தெளிவாக்க இயலும்.

மனித நோயியல் (Pathology) நூலின் வாயிலாகச் சில சுரப்பிகள் பல்வகை நோய்களால் (கழலை, காசநோய் முதலியன) பாதிக்கப்படுவதை அறிகின்றோம். இதுவரை காரணங்களை அறிய இயலாத சுரப்பிக் கோளாறுகளினால் நீர்மம் குறைவாக அல்லது மிகுதியாகச் சுரப்பதைக் காண்கின்றோம். சில போழ்து சுரப்பிகள் பழுதுறுகின்றன; அல்லது ஏதாவது நோய் காரணமாக ஒரு சுரப்பி முழுமையாகவோ, பகுதியாகவோ அறுவை முறையால் நீக்கப்படுகின்றது. மேற்கூறிய அனைத்து நிலைகளிலும் வளர்சிதை மாற்றம், வளர்ச்சி, முதிர்ச்சி, பணியாற்றும் திறன் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் பழுதுகளைக் கொண்டு, பல்வேறு நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் இன்றியமையாமையைப் பற்றித் தெளிய இயலுகின்றது.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் பொதுவான அமைப்பும், இயங்கியலும் (Anatamo-Physiological features common to the Endocrine glands) : பொதுவாக நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் வடிவம் மிகச் சிறியதே. 40-50 கிராம் எடையுள்ள கேடயச் சுரப்பியைத் தவிர, அனைத்து நாளமில்லாச் சுரப்பிகளும் சில கிராம் எடையோ, ஒரு கிராமுக்கும் குறைவான எடையோ உள்ளதாயிருக்கின்றன.

இச் சுரப்பிகளுக்குக் குருதியூட்டும் தமனிகளின் மொத்தப் புழை அளவு, சுரப்பியின் வடிவத்தோடு ஒப்பிடும்போது மிகவும் விரிவுடையதாகும். இத் தமனிகள் மிகுதியான குருதியை வழங்கும் பொருட்டு அடர்ந்த தந்துகிப் பின்னல்களாகப் பிரிகின்றன. மூளையடிச் சுரப்பியில், குருதிக் குழாயமைப்பு கல்லீரலினதை ஒத்திருக்கின்றது. மேல் மூளையடிச் சுரப்பித் தமனி ஒரு தந்துகிப் பின்னலாகப் பிரிந்து, சுரப்பியின் காம்பு (Stalk) குழற்பகுதி (Pars tuberalis) ஆகியவற்றைச் சூழ்ந்துள்ளது. இத் தந்துகிகள், மூளையடிச் சுரப்பியின் முன் மடலில் (anterior lobe) குருதி முடிச்சுறைகளாகிப் பின்னர் சிரைகளின் வழியாக குருதிக் குழிவுச்சிரை (Sinus cavernosus) முடிச்சினை அடைகின்றது.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் இத்தகைய செழுமையான குருதியூட்டத்தால், ஐயத்துக்கிடமின்றி அவற்றின் உடலியக்கப் பணியுடன் தொடர்புடையதே; அஃதாவது இச் சுரப்பிகளில் உருவாகும் பொருள்கள் எளிதில் குருதியுள் நுழைகின்றன. பெரும்பாலான நீர்மங்கள் குறிப்பிடுமளவு அணுத்திரளெடை

உடையதாதலாலும், (புரதத் தன்மையுள்ள நீர்மங்கள்) குறைந்த கரைதிறனுடையவைகளாயிருப்பதாலும் (இசுட்டீராய்டு நீர் மங்கள்) (Steroid) அவை குருதியுள் நுழைவதற்கு, நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் உயிரணுக்களுக்கும் குருதிக் குழாய்ச் சுவர்களுக்கு மிடையே பெரும் தொடர்புப் பரப்புத் தேவைப்படுகின்றது.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் குழாய் இயக்கு நரம்புகளாலும், மற்றும் சுரப்புத் திசுக்களை இயக்கும் நரம்புகளாலும் நரம்பூட்டப் படுகின்றன. இந் நரம்பிழைகளில் தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தைச் சார்ந்த கொழுமம (unmyelinated) உறையற்றவை களாகும். மேற்கழுத்துப் பரிவு நரம்பு முடிச்சின் (Superior cervical sympathetic ganglion). நரம்பிழைகளும், மற்றும் தெளிவறு நரம்பிழைகளும் (vagus) கேடயச் சுரப்பிக்குச் செல் கின்றன. கழுத்துப் பரிவு நரம்பு முடிச்சிழைகளும், துணைத் தலைமப் (Hypothalamus) பகுதியிலிருந்து நரம்பிழைகளும் மூளையடிச் சுரப்பியை அடைகின்றன. குடல் நரம்பின் பரிவு நரம்பிழைகள் சிறுநீரக மீச்சுரப்பியின் அகணிப் (medulla) பகுதிக்கு நரம்பூட்டுகின்றன. கணையத்தின் அகச் சுரப்புக் கூறுகளான இலேங்கர்ஃகானின் உயிரணுத் திட்டுகள் கணையப் புறச் சுரப்பியமைப்பைப் போலன்றி, மாறுபட்ட நரம்பிழை களால் (முதன்மையாகத் தெளிவறு நரம்பினுல்) நரம்பூட்டப் படுகின்றன.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் நரம்புகளால் தூண்டப்படுவதால், அவற்றின் பணிகள் நடுநரம்பு மண்டலத்துடன் இணைக்கப்பட்டுக் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. அகப், புறச் சூழ்நிலைகள் நடுநரம்பு மண்டலம் வாயிலாக நீர்மச் சுரத்தலைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. குருதியுள் நுழையும் நீர்மங்கள் உடலின் பல பகுதிகளுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்பட்டுக் குறிப்பிட்ட உடலியங்கு அமைப்பு களையும், உறுப்புகளையும் செயல்பட வைக்கின்றன.

40. கேடயச் சுரப்பி, துணைக் கேடயச் சுரப்பி ஆகியவற்றின் அகச்சுரப்பு

(Internal Secretion of the Thyroid and the Parathyroids)

கரு வளர்ச்சிப் பருவத்தில் கேடயச் சுரப்பி முன்னுணவுப் பாதையின் (Foregut) முன்புறத்தில் வளர்ந்துள்ள மூலத் தசையிலிருந்து தோன்றுகின்றது. முழு வளர்ச்சியுற்ற கேடயச் சுரப்பி மூச்சுக் குழலுக்கும், குரல்வளைக்கும் கீழ்ப்பகுதியில் முட்டை வடிவத்தில் அமைந்து ஓர் பூச்சந்தியால் (Isthmus) இணைக்கப்பட்டு அமைந்துள்ளது. இச் சுரப்பி, கனசதுர வடிவமுள்ள மேலிழைய உயிரணுக்களால் (cubical epithelial cells) சூழப்பட்ட கூழ்ப் பொருள் (Colloid) நிறைந்த பல நுண் குழிகளாலானது. இணைப்புத் திசு நுண் குழிவுகளுக்கிடையே அமைந்து அவைகளைப் பிரிக்கின்றன. கேடயச் சுரப்பி மூன்று தமனிகள் வழியாகக் குருதியூட்டப்படுவதுடன், அதன் சுரப்பும் குருதியினுள் செல்கின்றது. நிமிடத்துக்குச் சுரப்பியின் எடையைப்போல் மூன்று பங்கு மிகுதியான குருதி, அதற்கு அளிக்கப்படுகின்றது. இச் சுரப்பியின் சுரப்புப்பணி தெளிவாகு முன்னர், இவை குருதியோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் உறுப்பாகக் கருதப்பட்டது.

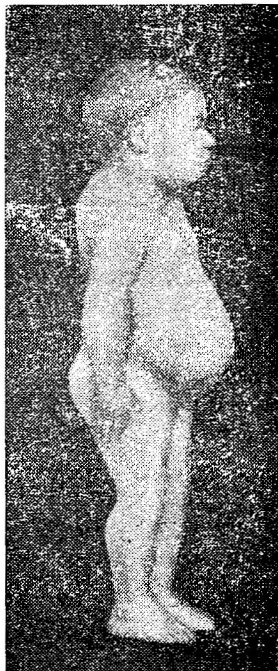
மேற் கழுத்துப் பரிவு நரம்பு முடிச்சின் வெண்கொழும உறையற்ற பல நரம்பிழைகளும், தெளிவறு நரம்பின் எதிர் பரிவு நரம்பிழைகளும் இச் சுரப்பிக்குச் செல்கின்றன. இந் நரம்பிழைகளின்மூலம் நடுநரம்பு மண்டலம் கேடயச் சுரப்பியினுடைய பணியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது.

குறைக் கேடயச் சுரப்பும், மிகைக் கேடயச் சுரப்பும்

(Hypothyroidism and Hyperthyroidism)

சில பகுதிகளில் வாழும் மக்களின் கேடயச் சுரப்பி பெரியதாக இருக்கின்றது. அம்மக்கள் கழலை நோயினல் (கழுத்தின் முன்புறம்

வீங்குதல்) பாதிக்கப்படுகின்றூர்கள். குறிப்பிட்ட பகுதி மக்களேயே இந் நோய் பாதிப்பதனுல், இது மண்டலக்கழலே (Endemic Goitre) என அழைக்கப்படுகின்றது. சுரப்புத்திசு சிதைவுறு வதால் கேடயச் சுரப்பியின் பணி உடனடியாகக் குறைக்கப்படு கின்றது. (குறைக் கேடயச் சுரப்பு) வளர்சிதைவுக் குறைவு, குறைவான நாடித் துடிப்பு, உலர்ந்து சுருங்கிய தோல், சளிப் படல வீக்கம், உணர்வின்மை, மன வளர்ச்சிக் குறைவு முதலிய அறிகுறிகள் இந் நோயால் தோன்று கின்றன. உயிரணுவிடை வெளி நீரில் சளிப்பொருள் தேங்குதலால் இந் நோய் உருவாகின்றது. இந் நோய்க்கு மிக்சுடீமா (Myxoedema) என்று பெயர். கரைதக்கைச் - சவ்வூடு அழுத்தம் (Colloid osmotic pressure) மிகுதியாவதால் உயிரணு விடை வெளிகளில் நீரோட்டத் தடையை உண்டு பண்ணுகிறது.



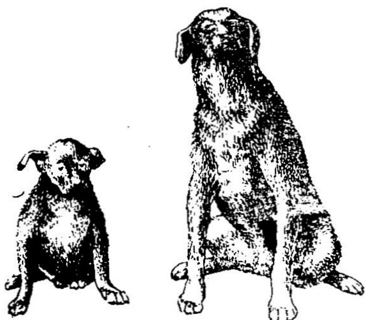
படம் 170
குறைக் கேடயச் சுரப்புக்காளான 18 வயது நோயாளியின் தோற்றம்
(செரெசு கெவ்சுகி)

மண்டலக் கழலே மிகுதியாயுள்ள பகுதிகளில் கிரெடினிசம் (Cretinism) என்னும் நோய் பொது வாகக் காணப்படுகின்றது. உடல், உளக் குறைவு வளர்ச்சியுடன், ஊட்டமில்லா எலும்பு வளர்ச்சி, பால் சுரப்பிகளின் வளர்ச்சியில் தடை, சொரசொரப்பான தோல், நினைவுக் குறைவு, சிந்திக்க இய லாமை முதலியன இந்நோயின் அறிகுறிகளாகும். பிறப்பிலோ, அல்லது குழந்தைப் பருவத்திலோ கேடயச் சுரப்பியின் வளர்ச்சி குன்றுவதால் இந்நோய் ஏற்படுகின் றது. எத்துணை குறைந்த வயதில் இந் நோய் (படம் 170) தோன்றுகின்றதோ, அத்துணை மிகுதியாக உடல், உள்ள வளர்ச்சி தடைபடுகின்றது.

குழந்தைகளுடைய கழலேயை அறுவை முறையில் அகற்ற 1880-ல் (கோசெர்) நடைபெற்ற முயற்சிகள் அந்நோயாளி களின் நலத்தை மேலும் பாதித்தன. விலங்குகளில் கேடயச் சுரப்பியை நீக்கும் ஆய்வுகள் பொதுவாக மனிதரில் குறைக்

கேடயச் சுரப்புக்குரிய அறிகுறிகளையே வெளியிட்டன. வளர் சிதை மாற்றத்தில் தாழ்வு, குறைவான நாடித் துடிப்பு, உலர்ந்த தோல், மற்றும் மயிர் உதிர்தல் முதலிய அறிகுறிகள் காணப் பட்டன. அவ் விலங்கு மந்த புக்தியுள்ளதாகவும், சோம்பலுட னும், சூழ்நிலையைப் பொருட்படுத்தாத தன்மையுடனும் மாறியது. இவ் வறுவை சிகிச்சை செய்யப்பட்ட இளம் விலங்குகள் வளர்ச்சி குன்றிப் போயின (படம் 171). முதுகெலும் பிலாச் சிறு விலங்குகளின் வளரும்பருவத்திற்கு முன்னரே கேடயச் சுரப்பியை நீக்கினுல் அவைகளின் உருமாற்றம் (Metamorphosis) தடைபடுகின்றது. சான்ருகத் தலைப் பிரட்டை, தவளையாக மாறுவது தடைபடுகின்றது.

மிகைக் கேடயச் சுரப்பு. இச் சுரப்பியின் மற்ருெருவகை உலைவால் தோன்றுகிறது. இப் பழுதிலும், சுரப்பி வீக்கமடை யினும், மண்டலக் கழலையினுல் ஏற்படும் வீக்கத்தைவிடக் குறை வாகவே இருக்கின்றது. எவ்வாருயினும், இச் சுரப்பி நலமான மனிதர்களின் சுரப் பியைவிட மிகுதியான நீர்மத்



படம் 171

ஒரே நாயினுடைய குட்டிகள்
வலம் - சீரான விலங்கு
இடம் - கேடயச் சுரப்பி நீக்கப்பட்ட விலங்கு



படம் 172

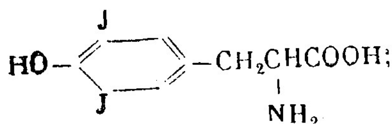
மிகைக் கேடயச் சுரப்புக் களான நோயாளி

தைச் சுரக்கின்றது. 19ஆம் நூற்றுண்டின் முற்பகுதியில் கிரேவ்சும், பின்னர் பெசிடோவும் இந் நோயின் தன்மையை விளக்கினர். இந்நோய்க்குப் பெசிடோவ் நோய் எனப் பெயரிடப் பட்டது. இந்நோயாளிகளை ஆய்ந்ததில், சுரப்பி வீக்கம், கண்விழி

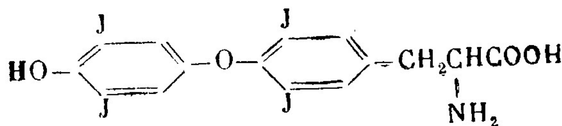
பிதுங்குதல், மற்றும் மிகையான இதயத் துடிப்பு ஆகிய மூன்று அறிகுறிகள் தென்பட்டன (படம் 172). வளர்சிதை மாற்ற உயர்வு, தசைச் சோர்வு, உடல் வெப்ப நிலை உயர்வு ஆகியவை இந் நோயின் மற்ற அறிகுறிகளாகும்.

கேடயச் சுரப்பியின் நீர்மம்
(Hormone of the Thyroid Gland)

விலங்குகளில் புதிய கேடயச் சுரப்பித் திசுவை, அல்லது சுரப்பியின் உலர்ந்த தயாரிப்பையோ உணவில் சேர்ப்பதன்மூலம் குறைக் கேடயச் சுரப்பின் அறிகுறிகளை நீக்கலாம். கேடயச் சுரப்பியின் புரதப் பொருள்களில் ஒன்றான தைரோகுளோபுலின் (Thyroglobulin) அயோடின் சத்து நிறைந்தது. இப் பொருள் நீரியச்சிதைவால் (Hydrolysis) அயோடின் சத்துள்ள எளிய பொருள்களாகிய இரு-அயோடோடைரோசின் (Diiodotyrosine) கேடய நீர்மம் (Thyroxin) முதலியவற்றைத் தருகின்றது.



இரு - அயடோ டைரோசின் (Diiodotyrosine)



கேடய நீர்மம் (Thyroxin)

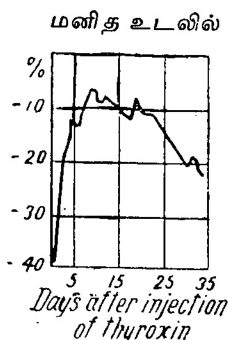
இப் பொருள்களை, செயற்கையாகவும் தொகுக்க இயலும். கேடயச் சுரப்பியின் செயல்படும் வேதிப்பொருள் கேடய நீர்மம் எனப்படும்.

தோலடியில் இந்நீர்மத்தைச் செலுத்தினால் பொது வளர் சிதை மாற்றமும், புரத வளர்சிதை மாற்றமும் உயர்வதுடன், கல்லீரலின் கிளைகோசன் சேமிப்பு ஆற்றல் குறைகின்றது. சிறுநீரில் அவியக் கழிவுப் பொருள்களின் அளவும் சிறுநீரின் அளவும் மிகுதியாகின்றது. நரம்பு மண்டலக் கிளர்நிலை உயர்த லுடன், இதயத் துடிப்பும் முடுக்கப்படுகின்றது. குறைக் கேடயச் சுரப்புக்குரிய அறிகுறிகள் இந் நீர்மத்தைச் செலுத்துவதால் மறைகின்றன.

பல்லி, அல்லது பறவைகளுக்குக் கேடய நீர்மத்தைச் செலுத்தினுல் இறகு, தோல் உதிர்தல் ஆகியவை குறிப்பிட்ட காலத்துக்கு முன்னரே தோன்றுகின்றன. கோழியின் இறகுகள் அனைத்தும் வெகு விரைவில் உதிருகின்றன (சாவடோவ்சுகி). தலைப்பிரட்டைகள் தன் முழு உருவ அளவையடையுமுன்பே சிறு தவளைகளாக உருமாறுகின்றன.

கேடய நீர்மம் ஓர் ஆற்றல் மிக்க பொருள். $1\text{-}10^8$ நீர்த்தத்தில் கேடய நீர்மம் தலைப்பிரட்டைகளைத் தவளைகளாக உருமாற்ற இயலுகிறது. 10 மி.கி. நீர்மத்தை மிக்சுடீமா நோயாளிக்குச் செலுத்தினுல் குறிப்பிடுமளவுக்கு வளி மாற்றங்கள் உயர்ந்து, பல நாள்கள் அந்நிலை நீடிக்கின்றது (படம் 173).

மனித உடலில் குறைந்த அளவு கேடய நீர்மம் — 20 மி.கி. இருக்கின்றது. கதிரியக்க ஆற்றலுடைய அயோடினைப் (Radio-active iodine) பயன் படுத்திச் செய்த ஆய்வுகள் இந் நீர்மம் கேடயச் சுரப்பியில் விரைவாக உருவாகின்றதெனத் தெளிவாக்குகின்றன. வெடிய அயோடைடு (Potassium iodide) தோலடியில் செலுத்தப்பட்டால் பெருமளவு அயோடின் கேடயச் சுரப்பியில் இரு-அயடோ டைரோசினுகவும், கேடய நீர்மமாகவும் தேக்கப்படுகின்றது.



படம் 173

குறைக் கேடயச் சுரப்புக்காளான நோயாளிக்கு 10 மி.கி. கேடய நீர்மத்தைச் செலுத்தியபின்னர், பொது வளர்சிதை மாற்றத்தில் விளையும் மாறுபாடுகளைக் காட்டும் வளைகோடு.

இவ்வாறு கேடயச் சுரப்பி சீராகச் செயல் புரியப் போதுமான அளவு அயோடின் தேவைப்படுகின்றது. மனிதனுக்கு அன்றாடத் தேவையான அயோடின் 0·15—0·3 மி.கி. ஆகும். அதேபோழ்து குருதியில் இதில் 0·003—0·01 மி.கி. விழுக்காடு அயோடின் மட்டுமேயுள்ளது. மனிதனுக்குத் தேவையான அயோடினில் பெரும்பகுதி குடிநீர், காய்கறிகள் மூலமாகக் கிடைக்கின்றது. நிலத்திலும், குடிநீரிலும் அயோடின் குறைவாயுள்ள இடங்களில் மண்டலக் கழலை நோய் பரவியிருக்கின்றது. குடிநீரில் உப்புடன் தேவையான அளவு வெடிய அயோடைடு சேர்க்கப்பட்டால் (1 கிராம் வெடிய அயோடைடுடன் 100 கி.கி. உப்பு சேர்த்தால்) குடிநீரிலிருந்த அயோடின் குறை தவிர்க்கப்படுகின்றது.

இரு அயடோ-டைரோசினும், கேடய நீர்மமும் உடலுக்கு வெளியே நீரிய இரு உயிரியையின் (Hydrogen Peroxide) உதவி

யால் புரதத்தோடு அயோடினை இணைத்து உருவாக்க இயலும். தயோ-யூரியா, அதன் விளைபொருள்கள் ஆகிய சில குறைப் பான்கள் (Reducting substances) உடலிலும், வெளியேயும் கேடய நீர்மம் உருவாவதைத் தடுக்கின்றன. தயோ-யூராசில் (Thio-uracil) போன்ற தயோ-யூரியாவின் (Thiourea) விளைபொருள்கள் பெசிடோவ் நோயை, சுரப்பியில் கேடய நீர்ம உற்பத்தியைக் குறைப்பதன்மூலம் குணப்படுத்துகின்றது.

கேடய நீர்மம் உருவாதலைத் தடைசெய்யும் தயோ-யூராசில், குருதியில் முதலிலேயே உள்ள நீர்மத்தை நடுநிலைப்படுத்த இயலாது. பியூரின் (Purine) கூட்டுப்பொருளான பேராசான்தின் (Paraxanthine) (1·7 இரு மீதைல் சான்தின் - 1·7 Dimethylxanthine), கேடய நீர்மத்தின் முறிவியாகும். இது வளர்சிதை மாற்றத்தைக் குறைக்கின்றது.

கேடயச் சுரப்பியின் செயல்முறையின் ஒழுங்கமைப்பு (Regulalion of Thyroid Activity)

கேடயச் சுரப்பியின் செயல்முறை நடுநரம்பு மண்டலத்தால் நிலைநிறுத்தப்படுகின்றது. நரம்பிழைகள் நேராகவும், மற்ற நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்மூலமும் (மூளையடிச் சுரப்பி, பால் சுரப்பிகள்) கேடயச் சுரப்பியை அடைவதால், நடுநரம்பு மண்டலம் இச்சுரப்பியை வயப்படுத்துகின்றது.

வோல்னியன்சுகாயா, கேடய நீர்மம் குருதியை அடைவதால் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினையால் வளர்சிதை மாற்றம் உயர்வதில் பெருமூளைப் புறணி பங்கேற்பதை விளக்கினார். கேனன், தொன்கிக் ஆகியோர் ஆர்பெல்லியின் ஆய்வுக்கூடத்தில் பரிவு நரம்பிழைகளின் இன்றியமையாமையை நிறுவினர். மேற்கழுத்து பரிவு நரம்பு முடிச்சிலிருந்து சுரப்பிக்குச் செல்லும் பரிவு நரம்பின் ஓர நுனியை, ஈரல்தாங்கி நரம்பின் சேய்மை நுனியுடன் இணைப்ப தால், வளர்சிதை மாற்றம் நாடித்துடிப்பு உயர்தல் ஆகிய அறிகுறிகளுடன் இவ்விலங்கு மிகைக் கேடயச் சுரப்பு நோய்க்குள் ளாகின்றது. ஈரல்தாங்கி நரம்பு கேடயச் சுரப்பித் திசுவை யடைவதால், இந் நரம்பு உருவாகும் மையங்களின் இலயக் கிளர் நிலையால் தொடர்ச்சியாகத் தூண்டலைகள் சுரப்பிக்குப் பரப்பப் பட்டுச், சுரப்பி மிகுதியாகச் சுரக்க நேருகின்றது.

மூளையடிச் சுரப்பியும், கேடயச் சுரப்பியின் பணியில் ஒருங்கமைப்பை நிறுவுகின்றது. கேடயச் சுரப்பியின் பணியை விரைவுபடுத்தும் கேடய ஊக்கி நீர்மம். மூளையடிச் சுரப்பியின் முன்மடலிலிருந்து உருவாகின்றது.

துணைக் கேடயச் சுரப்பிகளின் செயல்முறை
(Activity of Parathyroids)

துணைக் கேடயச் சுரப்பிகள் முட்டை வடிவிலான நான்கு சிறு சுரப்பிகள் ஆகும்; மனிதனின் துணைக் கேடயச் சுரப்பிகள், கேடயச் சுரப்பியின் பொதியினுள் சுரப்பியின் வெளிவிளிம்பில் அமைந்துள்ளன. சில பிராணிகளில் (சான்றாக, முயல்களில்) அவை, கேடயச் சுரப்பிக்கு வெளியே இருக்கின்றன. மனிதனின் ஓர் துணைக் கேடயச் சுரப்பியின் எடை ஏறத்தாழ 0·1 கிராம் ஆகும். இவை, 3, 4-ஆம் மூச்சுக் கிளைக்குழல் வளைவுகளிலிருந்து நீண்டு வளருகின்றன. முற்றிலும் முதிர்ச்சியடைந்த நிலையில் அவை செரிவான குருதியோட்டத்துடன், இணைப்புத் திசு சூழ்ந்த அடர்ந்த மேலிழைம உயிரணுக்களைக் கொண்டுள்ளன. [எனவே அவை மேலிழைம உயிரணு உறுப்புகள் எனவும் அழைக்கப்படும்.]

விலங்குகளின் அனைத்துத் துணைக் கேடயச் சுரப்பிகளையும் நீக்கிவிட்டால் அவை, வலிப்பினால் (Spasm) இறந்துவிடுகின்றன. உடலியங்கியலில் இச் சுரப்பிகளின் பங்கினை அறியுமுன்னர், சில நேரங்களில் கேடயச் சுரப்பியை அறுவை முறையில் நீக்கும் பொழுது, கவனக் குறைவாக இவை நீக்கப்பட்டதால் உயிர்களுக்குப் பேரிடர் நேர்ந்தது.

துணைக் கேடயச் சுரப்பி நீக்கம் அல்லது அவைகளின் குறைச்



படம் 174

துணைக் கேடய நீர்மக் குறைவால் விளையும் வலிப்பின்போது, கை, 'மகப்பேறு மருத்துவரின் கை' போன்ற சிறப்பு நிலையடைதல்.

சுரப்பால் நரம்பு-தசையமைப்பின் கிளர்நிலை மிகுவதாலேயே வலிப்பு விளைகின்றது. இயக்க நரம்புகளின் மின் கிளர்நிலை உயர்கின்றது. முக நரம்புப் பகுதியில் மெல்லத் தட்டினால் முகத் தசைகள் சுருங்குகின்றன. (சுலோசுடெக் அறிகுறி - Chvostek's sign) குருதி அழுத்த அளவையைப் பயன்படுத்தி மேல்கையில் அழுத்தத்தை உயர்த்தினால், உள்ளங்கையில் வலிப்பு தோன்று

கின்றது. இவ் வலிப்பினுல் கை 'மகப்பேறு மருத்துவரின் கை, போன்ற சிறப்பு நிலையை அடைகின்றது (படம் 174). கழுத்துப் பின் தசைகள், முன் தசைகளைவிட வலுவுள்ளவைகளாயிருப்ப தால் தலை பின்னேக்கி இழுக்கப்படுகின்றது. குடல்வாய் [குடல் வாய் வலிப்பு] (Pylorospasm) குரல்வளை [குரல்வளை வலிப்பு] (Laryngospasm) போன்ற உள்ளுறுப்புத் தசைகளுக்கும் வலிப்பு பரவ இயலும். குடல்வாய் வலிப்பினுல், உணவுப் பொருள்கள் இரைப்பையிலிருந்து முன் குடலுக்குச் செல்ல இயலாமையால் கட்டுக்கடங்காத வாந்தி ஏற்படுகின்றது. குடல்வளை வலிப்பினுல் மூச்சுத் திணறல் ஏற்படக் கூடுமாதலால் பேரிடர் விளையும்.

துணைக் கேடயச் சுரப்பியின் பணிகள் உலைவுறுதலால் தோன்றும் வலிப்பு, அச் சுரப்பிகளுக்கு ஊறு நேர்தலாலும், சில தொற்று நோய்களாலும், மற்றும் எரியம், (Phosphorus) ஈயம் (Lead) முதலிய நஞ்சுகளாலும் தோன்ற இயலும். குழந்தைகளில் முதல் அல்லது இரண்டாவது வயதில் மிகுதியாக இவ்வாதம் தோன்றுகின்றது (இளம்பிள்ளை வாதம் - Spasmophilia).

நரம்பு - தசையமைப்பில் விளையும் மாற்றம் பெரும்பாலும் பிசிதத்திலுள்ள சுண்ணக அளவில் ஏற்படும் மாறுதல்களால் தோன்றுபவையே. குருதியிலுள்ள துணைக் கேடய நீர்ம அளவு குறைவதால் 9-12 மி.கி. விழுக்காடு உள்ள குருதிச் சுண்ணக அளவு 5-7 மி.கி. விழுக்காடாகக் குறைகின்றது. துணைக் கேடய நீர்மம் குறைவதால், சிறுநீரில் எரியகை வெளியேறும் அளவு குறைந்து, குருதிப்பிசிதத்தில் அதன் அளவு மிகுதியாகின்றது. சுண்ணக எரியகையின் கரைதிறன் குறைவாயுள்ளதால், சுண்ணக அளவு குருதியில் குறைகின்றது. சுண்ணக உப்பினைக் குருதியுள் செலுத்தினுல் நரம்பு - தசையமைப்பின் கிளர்நிலை குறையினும், இவ் விளைவு நீண்ட நேரம் நீடிப்பதில்லை. சுண்ணகம் விரைவில் குருதியிலிருந்து வெளியேறுவதால், மீண்டும் வலிப்பு தோன்ற ஏதுவான நிலை உருவாக்கப்படுகின்றது. துணைக் கேடயச் சுரப்பி பழுதுறுவதால், குருதிச் சுண்ணக அளவு மாறுபடுவதுடன் உயிரமைப்பின் அமில - காரச் சமநிலையைக் காரநிலைக்கு மாற்றி, குவானிடின் பொருள்கள் பெருமளவில் திரளவும் வழிகோலு கின்றது.

துணைக் கேடய நீர்மத்தை உடலுள் செலுத்தினுல், சிறுநீரில் எரியகை கழிதல் மிகுந்து, குருதி எரியக அளவு குறைகின்றது. மேலும் குருதிச் சுண்ணக அளவு நீண்ட நேரத்துக்கு உயர்ந்த அளவில் நிலைநிறுத்தப்படுகின்றது.

துணைக் கேடய நீர்மம், ஓர் புரதப் பொருளாகும். இது புரதச்சிதைவி நொதிகளால் எளிதாக அழிக்கப்பட்டுவிடுவதால், இதனை வாய் வழியே பயன்படுத்த இயலாது.

துணைக் கேடயச் சுரப்பியில் கழலை தோன்றுதல், மிகுவளர்ச்சி ஏற்படுதல் போன்றவைகளால் நீர்மச் சுரப்பு மிகுதியாகின்றது. இதனால் குருதிச் சுண்ணக அளவு உயர்ந்து, குருதிப் பிசிதத்தி லுள்ள தாது எரியகைகளின் அளவு குறைகின்றது. (கல்லீரல், நுரையீரல்கள், சிறுநீரகங்கள், தோல், பெரிய குருதிக் குழாய்கள் நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் போன்ற) பல உறுப்புகளில் சுண்ணக உப்பு மிகுந்த அளவில் திரள்கின்றது. மேலும் எலும்பமைப்பில் நோய்களும் (மிகுதியான துளைவிழல், மற்றும் அதிகமான நார்த்திசு வளர்தல் முதலியன) தசைகளில் நோய்களும் (ஆற்றல் குறைவு) விளைகின்றன.

41. கணையத்தின் அகச்சுரப்பு
(Internal Secretion of the Pancreas)

இலாங்கர்கானின் திட்டுகள்
(Islands of Langerhans)

கணையத்தின் சுரப்புத் திசுவில் சுரப்பியின் நாளத்தோடு தொடர்பில்லாத உயிரணுக்களின் கூட்டம், திட்டுக்கள் போன்று பரவிக் கிடக்கின்றன (அவ்வுயிரணுக்கள் அளவில் 1 மி.மீ-ல் பல நூற்றில் ஒரு பகுதியாகும்) இலாங்கர்கானின் இத்திட்டுகள் பெருமளவு குருதியோட்டம் உடையவையாதலால், இவ்வுயிரணுக் களின் சுரப்பு எளிதாகக் குருதியுள் கலக்கின்றது.

19-ஆம் நூற்றுண்டின் இறுதியில் கணையத்தை நீக்குவதால் நீரிழிவு அல்லது சர்க்கரை நோய் (Diabetes mellitus) [குருதியில் சர்க்கரை மிகுதல், சிறுநீரில் சர்க்கரை கழிதல், மாவுப் பொருள், கொழுப்பு ஆகியவற்றின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் உலேவு] நேர் கின்றதெனக் கண்டறியப்பட்டது. அந் நோய்க்குட்பட்ட விலங்கின் தோலடியில் கணையத் திசுவைப் பதித்தால், மாவுப் பொருள் வளர்சிதைவில் தோன்றிய குறைபாடுகள் மறைகின்றன. சோபோலெவ், 1900-ல் கணைய நாளங்களைக் கட்டியபின் சுரப்புத் திசு தேய்வடைவதாகவும், அதே போழ்து திட்டுகள் மாறுதலடையாமல் இருப்பதாகவும் கண்டுபிடித்தார். மாருக, சர்க்கரை நோய்க்காளானவர்களில் திட்டுகள் மாறுதலடைந்து, முழுதும் மறைந்துவிடுகின்றது. திட்டுத் திசுக்களின் பழுதுற்ற நிலையைப் பொறுத்து, பெருமளவில் மாவுப் பொருள் வளர்சிதை மாற்றத்தில் குறைகள் இறப்பதற்கு முன் தோன்றுகின்றன. எனவே சோபோலெவ் இலாங்கர்கானின் திட்டுகளை மாவுப் பொருள் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு இன்றியமையாத 'குருதிச் சுரப்பிகள்' (Blood glands) [அகச் சுரப்புச் சுரப்பி] என முடிவு செய்ததுடன் சர்க்கரை நோயைச் சீர்ப்படுத்தும் வழிகளையும்

சுருக்கமாகக் கூறினார். கணையத்தை அப்படியே பயன்படுத்தினால், சர்க்கரை நோயைத் தீர்க்கப் பயனில்லை என அவர் உணர்ந்தார். ஏனெனின் கணையப் புரதச்சிதைவில் நொதி திட்டுத் திசுச் சுரப்பு நீர்மத்தை அழிக்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தது. இளம் விலங்குகளில் திட்டுத்திசு நன்கு வளர்ச்சியடைந்தும், கணைய நீரிலுள்ள நொதிகளைச் சுரக்கும் உயிரணுப் பகுதி முழுவளர்ச்சியற்றும் இருப்பதால், நாளத்தைக் கட்டிய பின்பு திசு வளர்ச்சி தேய்ந்த கணையத்தையோ அல்லது இளம் விலங்குகளின், சான்றாகப் பசுங்கன்றுகளின் கணையத்தையோ பயன்படுத்தலாம் என சோபோலெவ் கருதினார்.

22-ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் சோபோலெவ் குறிப்பிட்ட இம் முறையில் மேலும் பல மாற்றங்களைச் செய்து பேன்டிங், பெசுட் (Banting and Best) என்ற இரு கனடா நாட்டு அறிவியலாளர்கள் திட்டுத் திசு நீர்மமாகிய 'இன்சுலினைக்' (Insulin) கண்டு பிடித்தார்கள்.

இன்சுலினும் அதன் செயல் முறையும்
(Insulin and Its Action)

திட்டுத்திசு நீர்மமான இன்சுலினின் அணுத்திரளெடை 12,000 ஆகும். இது ஓர் புரதப் பொருள். இன்சுலினின் ஓர் அணுத்திரள் நான்கு 'பல்பெப்பைடு' (Polypeptide) தொடரால் ஆனது. இதில் நவ அமில (Amino acid) அளவும், மற்றும் நவ அமிலத் தொடர்புகளும் அறியப்பட்டதே (சேங்கர்). இன்சுலின் தயாரிப்பில் வழக்கமாகத் துத்தநாகம் (zinc) கலந்திருப்பினும், ஆற்றல் குறையாத வகையில் துத்தநாக மற்ற இன்சுலினைப் பெற இயலும்.

இன்சுலின் ஓர் புரதப் பொருளாதலால், புரதச்சிதைவி நொதிகளால் இது எளிதாக அழிக்கப்படுகின்றது. இதனால்தான் கணையத் திசுவை நறுக்கிப் பின்பு நீரில் கரைசலாகத் திட்டுத்திசு நீர்மத்தைப் பெற நடத்தப்பட்ட பண்டைக்கால ஆய்வுகள் பயனற்றுப் போயின. இம்முறையில் கணையத்திலுள்ள புரதச் சிதைவி நொதிகள் விரைவில் இன்சுலினை அழித்துவிடுகின்றன. இன்று, குளிரச் செய்த கணையத்தை நீரியப் பாசியகை அமிலம் (Hydrochloric Acid) கலந்த குளிர்நீர், மது ஆகியவற்றின் கலவையில் விரைவாகக் கரைத்து இன்சுலினைத் தயாரிக்கின்றார்கள். இந்நிலையில் புரதச்சிதைவி நொதிகள் விரைவாகச் செயலற்றுவிடுகின்றன. இன்சுலின் எளிதாகப் புரதச்சிதைவி நொதிகளால் அழிக்கப்படுவதால், வாய் வழியே உட்கொள்ள

இயலாது. எனவே தோலுக்கடியிலோ, அல்லது சிரைக்குள்ளோ ஊசி மூலமே உட்செலுத்தப்படவேண்டும்.

இன்சுலினைக் குருதியுள் செலுத்தினால், குருதிச் சர்க்கரை அளவு குறைகின்றது. இக் குறைவு, செலுத்தப்பட்ட இன்சுலினின் அளவைப் பொறுத்துள்ளது. இவ்வாறு சர்க்கரை நோயில் காணப்படும் மிகைச் சர்க்கரையினைக் (Hyperglycemia) குறைக்கவும், சிறுநீரில் சர்க்கரை (glycosuria) கழிதலை நிறுத்தவும் இயலும்.

மிகைச் சர்க்கரை நிலைக்குக் காரணமான வளர்சிதை மாற்றப் பழுதின் தன்மை இன்னும் தெளிவாக்கப்படவில்லை. இன்சுலினை உட்செலுத்தினால் கிளைகோசன் அளவு, மற்றும் மாவுப் பொருள் உயிரியமேற்றமடைதல் ஆகியவை மிகுதியாகும்.

பெருமளவு இன்சுலினைக் குருதியுள் செலுத்தினால் குருதிச் சர்க்கரையளவு மிகவும் குறைந்து குறைச் சர்க்கரை நிலை (Hypoglycemia) உருவாகின்றது. இதனால் மூளைக்குச் சர்க்கரை கிடைத்தல் சீர்குலைகின்றது. விலங்குகளில் குறைச் சர்க்கரை நிலையில் அதிர்ச்சி, வலிப்பு, உணர்வின்மை ஆகியவை தோன்றுகின்றன. இவ்வறிகுறிகள் குருதியுள் குளுகோசைச் செலுத்தியவுடன் மறைந்துவிடுகின்றன. இதிலிருந்து குறைச் சர்க்கரை நிலையில் அதிர்ச்சி, குருதியில் சர்க்கரையளவு குறைவதாலேயே தோன்றுகிறதெனத் தெளிவாகின்றது. ஒரு முறை குளுகோசு கொடுத்தால் குருதிச் சர்க்கரை அளவு சிறிது நேரத்திற்கு உயர்ந்தாலும், மீண்டும் குறைச் சர்க்கரை நிலையால் வலிப்புத் தோன்றலாம். இதனால் மீண்டும் மீண்டும் குளுகோசு உட்செலுத்தப்படுவது தேவையாகின்றது. கடுமையான குறைச் சர்க்கரை நிலை வலிப்பின்போது, தகுந்த நேரத்தில் குளுகோசு உட்செலுத்தப்படாவிடில், இறப்பு நேருகின்றது.

இதனால் மருத்துவர்களின் ஆலோசனைக் கேற்ப, நோயின் தன்மைக்குத் தகுந்த அளவில் இன்சுலினை மிதமாகப் பயன்படுத்த வேண்டிய இன்றியமையாமை பற்றித் தெளிவாகின்றது.

இன்சுலின், மற்றப் புரதப் பொருள்களுடன் கலந்த ஓர் புரதப் பொருளாயிருப்பதால் அதன் அளவை அறியும் வேதியியல் முறை முன்னர் தெரியவில்லை, இன்சுலின் தயாரிப்பு முறைகள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுயிருப்பதால், அதனைப் பயன்படுத்தும் அளவு தயாரிப்பின் தன்மையைப் பொறுத்துள்ளது. 24 மணி நேரப் பட்டினிக்குப் பின்பு 2 கிலோ எடையுள்ள முயலின் குருதிச் சர்க்கரையளவை 45 மி.கி. ஆகக் குறைக்கத் தேவையான இன்சுலின் அளவில் $\frac{1}{3}$ பங்கே ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட 'யூனிட்'

(unit) ஆகும். திட்டமான தயாரிப்புகளில் 1 மி.கி.ல் 8 யூனிட் உலர்ந்த இன்சுலின் இருக்கும். இன்சுலின், திசுக்களில் விரைவில் அழிக்கப்படுவதால் நீரிழிவு நோயாளர்க்கு ஒரு நாளைக்குப் பல முறை இதை உட்செலுத்த வேண்டும். வழக்கமாக ஒரு நாளைக்கு 20-40 யூனிட், சில நேரங்களில் 100 யூனிட் வரை இன்சுலின் கொடுக்கப்படுகின்றது.

இன்சுலின் சுரத்தலின் ஒழுங்கமைப்பு (Regulation of Insulin Secretion)

கணைய நரம்பைத் துண்டித்தால் அல்லது கணையத் திசுவைத் தோலடியில் வைத்தால் இன்சுலின் சுரக்கும் ஆற்றல் நீடித்திருக்கின்றது. இருந்தபோதிலும் நரம்பு மண்டலம் நுண்ணிய முறையில் சுரப்புத் தன்மையை ஒழுங்குபடுத்துகின்றது. தெளிவறு நரம்பைத் தூண்டுவதால் இன்சுலின் சுரப்பு மிகுவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

குருதிச் சர்க்கரையளவே (Blood glucose level) நோயற்ற மனிதனின் இன்சுலின் சுரப்பை ஒழுங்குபடுத்தும் நிலையான இயற்கையான காரணியாகும். குருதிச் சர்க்கரையளவு மிகுந்தால் இன்சுலின் மிகுந்த அளவு சுரந்து குருதியையடைந்து குருதிச் சர்க்கரையைக் குறைக்கின்றது. சர்க்கரை வரைபடங்களைப்பற்றிய ஆய்வு இதைத் தெளிவுபடுத்துகின்றது. இவ்வரை படங்கள் மிகுந்த அளவு சர்க்கரை உட்கொண்ட பின்பு, வெவ்வேறு கால இடைவெளிகளில் குருதிச் சர்க்கரை அளவிலேற்படும் மாறுதல்களைக் காட்டுகின்றன. மிகுந்த அளவு சர்க்கரை உறிஞ்சப்படுவதால் அதன் அளவு கூடுவதைத் தொடர்ந்து, சீரான அளவுக்குக் கீழே சர்க்கரையளவு குறையக்கூடும். குருதிச் சர்க்கரையளவு குறைந்தால் இன்சுலின் சுரப்பு குறைவதால், குருதியில் சர்க்கரையளவு உயர்கின்றது. இதனால்தான் சர்க்கரை வரைபடங்களில் முதலில் சர்க்கரையளவு மிகவும் குறைவதைத் தொடர்ந்து, இரண்டாவது சிறிய உயர்வு ஏற்படுகின்றது.

இன்சுலின் மட்டுமன்றி, மீச் சுரப்பி நீர்மமும் (Adrenalin) (சிறுநீரக மீச்சுரப்பி அகணி நீர்மம்) குருதிச் சர்க்கரை அளவைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. குருதியில் மீச்சுரப்பி நீர்மத்தைச் செலுத்தினால், சர்க்கரையளவை மிகுதியாக்குகின்றது. அஃதாவது இன்சுலின் இயல்பிற்கு மாறான விளைவை உண்டாக்குகின்றது.

சர்க்கரை மிகுந்துள்ள குருதி, திட்டுத்திசு உயிரணுக்களுக்குப் பாய்வதன்மூலம் ஓரளவுக்கு நேரடியாகக் குருதிச் சர்க்கரை

அளவு இன்சுலின் சுரப்பை மிகுதியாக்குகின்றது. இருந்த போதிலும் மற்றுமொரு தெளிவான அடிப்படையான வழியிலும் குருதிச் சர்க்கரை கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. தெளிவறு நரம்பு மூலம் மட்டுமே உடலுடன் தொடர்புடைய தலையிலுள்ள குருதிக் குழாய்கள் வழியே மிகுச் சர்க்கரைகொண்ட குருதியைச் செலுத்தினால், இன்சுலின் சுரப்பு உயர்வதாக நிறுவப்பட்டுள்ளது.

நீரிழிவு நோயில் குறைச் சர்க்கரையளவு திட்டுத் திசுவை எம்முறையிலும் வயப்படுத்துவதில்லை. ஏனெனில் இந்நிலையில் திட்டுத்திசு தேய்வடைந்து விடுகின்றது; அல்லது அதன் பணி குறைகின்றது. அலக்சானை (Alloxan) உட்செலுத்தும் ஆய்வில் திட்டுத் திசுவைச் சிதைக்கலாம். அலக்சான் திட்டுத் திசுவை மட்டுமே பாதிப்பதால், விலங்குகளில் இதைப் பயன்படுத்தி நீரிழிவு நோயைத் தோற்றுவிக்கமுடியும். (அலக்சான் நீரிழிவு நோய் - Alloxan Diabetes.)

கணையத்தின் லைபோகெய்க் பொருள்
(Lipocaic Substance of the Pancreas)

கணையத் திசு, இன்சுலினைத் தவிர மற்றுமொரு பொருளைச் சுரக்கின்றது. இப் பொருள் இல்லையெனில் கல்லீரல் கொழுப்புச் சீர்குலைவு மற்றும் குருதிக் கொழும அளவு குறைவு முதலியன உண்டாகின்றன. இன்சுலினை உட்செலுத்தினாலும் இக் குறைபாடு நீங்குவதில்லை. மேலும் கணையமற்ற விலங்குகளுக்கு இன்சுலின் தேவையான அளவில் தொடர்ந்து அளித்தாலும் 2 அல்லது 3 மாதங்களுக்குள் இறந்துவிடுகின்றன. இத்தகைய இறப்பைப் பிற விலங்குகளின் கணையத் திசுவைக் குறிப்பிட்ட அளவில் உட்கொள்ளச் செய்வதன்மூலம் தடுக்க முடிகின்றது.

கல்லீரலில் கொழுப்புச் சீர் குலைவு கோலின் (Choline) மித்தியோனின் (methionine) குறைவாலும் ஏற்படுகின்றது. இப் பொருள்கள் கணையத் திசுவிலுள்ளன. ஆனாலும் இப் பொருள்களைச் சுரப்பதுதான் கணையத்தின் மற்றுமொரு பணியென வரையறுத்துக் கூற இயலாது. எனவே, இதைத் தவிர ஏதோ ஓர் குறிப்பிட்ட பொருளைக் கணையம் சுரக்கின்றது என்று நம்பப்படுகின்றது. இன்னும் தெளிவாக அறியப்படாத கணையத்திலுள்ள கொழும வளர்சிதை மாற்றத்தை ஒழுங்குபடுத்தும் இப் பொருளைக் கொழுமக் கட்டிப் பொருளென்று அழைக்கின்றார்கள். குறைந்த அளவு கொழுமக் கட்டிப் பொருள் உறுப்புகளுக்குக் கிடைப்பதால், சிலவகைச் சர்க்கரை நோய்கள் சிக்கல் நிறைந்தனவாக இருக்கின்றன என்பதில் ஐயமில்லை.

42. சிறுநீரக மீச்சுரப்பிகளின் அகச் சுரப்பு

(Internal Secretion of the Adrenals)

சிறுநீரக நீச்சுரப்பிப் புறணியும், அகணியும்
(Adrenal Cortex and the Adrenal Medulla)

சிறுநீரக மீச்சுரப்பிகள் சிறுநீரகங்களின் மேல் மூளைக்கு அருகேயுள்ள இரு சிறிய உறுப்புகளாகும் (ஒவ்வொன்றும் 5-8 கிராம் எடையுள்ளது) வழித் தோன்றல் வகையிலும், கரு வளர்ச்சி முறையிலும் ஒவ்வொரு சிறுநீரக மீச்சுரப்பியும் இரண்டு வேறுபட்ட உறுப்புகளாகும். அவை உயிர் விலங்குகளின் உடலமைப்பில் ஒன்ருக இணைந்து ஒரே உறுப்பாக விளங்குகின்றது. இவ்வுறுப்பின் நடுப்பகுதி சிறுநீரக மீச்சுரப்பி அகணியாகும். இதில் பரிவு நரம்பணுக்களும், மற்றும் குருணைகளையுடைய உயிரணுக்களுமுள்ளன. இக் குருணைகள் குரோமிக் அமிலத்தோடு (Chromic Acid) சேர்ந்தால் பழுப்பு நிறத்தையும் இரும்பு உப்புகளுடன் சேர்ந்தால் பச்சை நிறத்தையும் கொடுக்கின்றன. எனவே, அவைகளை குரோமோஃபின் (Chromaffin) உயிரணுக்கள் என அழைக்கின்றனர். சிறுநீரக மீச்சுரப்பித் திசு சிறு முடிச்சுக்களாக, சுரப்பிகளுக்கு வெளிப்புறத்திலும் காணப்படுகின்றன.

புறணி எனப்படும் சிறுநீரக மீச்சுரப்பியின் வெளிப்பகுதி, சிறுநீரக இடைத் திசுவாலானது. இத் திசு உயிரணுக்களில் கொழுமப் பொருளான பல குருணைகள் உள்ளன.

மீன்களில் அகணியும், புறணியும் பிரிந்தேயுள்ளன. பிறகு படிமலர்ச்சியால் இவை மாறுபாடுகளடைந்து இறுதியாக ஒரே உறுப்பாகின்றது. கரு வளர்ச்சியின்போது பரிவு நரம்பு மண்டலத்தைப்போலவே, குரோமோஃபின் திசுவும் புறத்தோல் உயிரணுக்களிலிருந்தே (Ectodermal cells) தோன்றுகின்றது.

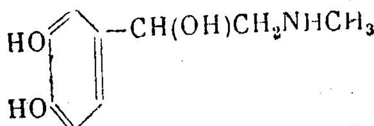
சிறுநீரக இடைத்திசு, பால் சுரப்பிகளைப்போன்று இடைத்தோல் உயிரணுக்களிலிருந்து (Mesodermal cells) தோன்றுகிறது.

உடலியங்கியல்படி இருவகைத் திசுக்களும் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளாகப் பணிபுரிகின்றன. எனினும் அவை தனித்தனியாகக் குருதியோட்டம் பெற்றிருப்பதோடு, வேதியியல் தன்மையிலும், உடலியங்கியல் விளைவுகளிலும் மாறுபட்ட அகச் சுரப்பு நீர்களைச் சுரக்கின்றன.

சிறுநீரக மீச்சுரப்பிகள் வளமான குருதியோட்டம் கொண்டவை. எடையைவிட 7 மடங்கு மிகுதியான குருதியை, இச் சுரப்பி ஒவ்வொரு நிமிடமும் பெறுகின்றது.

சிறுநீரக மீச்சுரப்பி அகணியின் நீர்மம்
(Hormone of the Adrenal Medulla)

சிறுநீரக மீச்சுரப்பி அகணி, மீச்சுரப்பி நீர்மத்தைச் சுரக்கின்றது. [எபிநெப்ரின் (Epinephrine) சூப்ராரெனின் (Suprarenin) ஆகியவை வேறு பெயர்களாகும்.] வேதியியல் முறைப்படி இது மெதிலமைனோ எதினோ பைரோகேடிகாலின்-1 (Methylamino-ethanol pyrocatechol) வடிவமுடையது. மீச்சுரப்பி நீர்மம், நோய்களைத் தீர்க்கச் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றது.



மீச்சுரப்பி நீர்மம்
(Adrenalin)

உடலியங்கியல் செயல்முறைப்படி, மீச்சுரப்பி நீர்மம், பரிவு நரம்பு மண்டலம் தூண்டப்படுவதை ஒத்துள்ளது (பரிவு நரம்பொத்த செயல்). இந் நீர்மம் இதயத் துடிப்பை முடுக்குவதுடன், இதயச் சுருக்கங்களை வலுவாக்குகின்றது; சிறு தமனிகளையும், குறுந் தமனிகளையும் சுருங்கச் செய்கின்றது. இதயம் மற்றும் மூளையின் குருதிக் குழாய்கள் இதற்கு விதி விலக்காகும்; மீச்சுரப்பி நீர்மம் இவைகளை விரிவடையச் செய்கின்றன. குருதியழுத்தத்தை உயர்த்துகின்றது. குடலிலுள்ள இயங்கு தசைகளின் சுருக்கங்களையும், உரத்தையும் குறைக்கின்றது. பார்வையின் தசையைச் சுருக்கி, விழி பெரிதாகச் செய்கின்றது.

வாய், மற்றும் உயிர்த்தல் பாதையிலுள்ள சளிச் சுரப்பிகளின் சுரப்பு ஆற்றலை மிகுதியாக்குகின்றது; ஆனால் பல விலங்குகளில் வியர்வைச் சுரப்பிகளின் சுரப்பைக் குறைக்கின்றது; தசைகளின் பணித்திறனை உயர்த்துகின்றது.

'மீச்சுரப்பி நீர்மம்' மாவுப் பொருள்கள் வளர்சிதை மாற்றத்தில் குறிப்பிடத்தக்க மாறுதலை ஏற்படுத்துகின்றது. கல்லீரலிலுள்ள கிளைகோசன் சர்க்கரையாகச் சிதைவதால் குருதிச் சர்க்கரையளவு மிகுதியாகின்றது. கல்லீரலில் சர்க்கரை உருவாவதுடன், திசுக்களிலும் பெருமளவு சர்க்கரை உட்கொள்ளப்படுகின்றது. பொது வளர்சிதை மாற்றமும், வெப்பமுண்டாதலும் மிகுதியாகின்றன.

சிறிதளவு மீச்சுரப்பி நீர்மம் (1 கி. கி. உடல் எடைக்கு 0·01 மி. கி. அல்லது அதற்கும் குறைவாக) உடலுள் செலுத்தப்பட்டால், மேற்கூறிய எல்லா விளைவுகளும் உண்டாகின்றன. பொதுவாகக் குருதியில் மிகக் குறைந்த அளவு மீச்சுரப்பி நீர்மமேயுள்ளது ($1:10^8 — 1:10^9$). சிறுநீரக மீச்சுரப்பியிலிருந்து தொடங்கி மீச்சுரப்பி நீர்மத்தின் நுரையீரல் சுற்றோட்டத்தில் கலக்கும் சிரைக் குருதியைவிடப் பொதுச் சுற்றோட்டக் குருதியில் குறைந்த அளவு மீச்சுரப்பி நீர்மேயுள்ளது. மீச்சுரப்பி நீர்மத்தின் நிலையற்ற தன்மையே இதற்குக் காரணமாகும். இது உயிரியத்துடன் எளிதாகச் சேர்ந்து, காரத் தன்மையினால் உயிரியமேற்றப்பட்டுப் பல உயிரியைகளாக (Oxidies) மாறுகின்றது. எனவே, சிறுநீரக மீச்சுரப்பியிலிருந்து மீச்சுரப்பி நீர்மம் சிரைக் குருதியில் கலந்து பின்னர் அது தமனியை யடைகின்றது. குறுகிய இடைவேளைக்குள் பெரும்பாலும் உயிரியமேற்றப்பட்டு விடுகின்றது.

சிறுநீரக மீச்சுரப்பிகள் மீச்சுரப்பி நீர்மத்தோடுகூட இதைப் போலவே இதயம் மற்றும் குருதிக் குழாய்கள்மீது செயல்புரியும் மற்றொரு பொருளையும் சுரக்கின்றது. இது துணை மீச்சுரப்பி (Noradrenalin) நீர்மம் என்றழைக்கப்படும். மீச்சுரப்பி நீர்மத்திலிருந்து மெதிலின் (Methiln) நீக்கப்பட்டதால் உருவாகின்றது.

சிறுநீரக மீச்சுரப்பியின் சுரத்தலின் ஒழுங்கமைப்பு (Regulation of adrenalin secretion): சிறுநீரக மீச்சுரப்பியின் அகணி குடல் நரம்புகளின் ஒரு பகுதியாகிய பரிவு நரம்பிழைகளால் இயக்கப்படுகின்றன. செபோக்சராவும், அவரைத் தொடர்ந்து சேவிச்சும், மிசுலாவ்சுகின் ஆய்வுக்கூடத்தில் குடல் நரம்புகளின் சேய்மை முனியைத் தூண்டினால் மீச்சுரப்பி நீர்மச் சுரப்பு மிகுதியாவதாகக் கண்டறிந்தனர். அதற்குமாறாகக் குடல் நரம்பு துண்டிக்கப்

பட்டால் மீச்சுரப்பி நீர்மச் சுரப்பு குறைகின்றது. 4-வது மூளை உட்குழிவுத் தரைப் பகுதியைத் தூண்டினால் மீச்சுரப்பி நீர்மச் சுரப்பு மிகுதியாகின்றது.

சிறுநீரக மீச்சுரப்பி அகணியின் சுரப்புத் தன்மை பெருமூளைப் புறணியாலும் ஒழுங்கமைக்கப்படுகின்றது. நோவுத் தூண்டுகை அல்லது கிளர்ச்சி குருதியில் மீச்சுரப்பி நீர்மத்தை மிகுதியாக்குகின்றன. சான்றாக ஒரு பூனை, நாயைப் பார்த்து மனக்கிளர்ச்சியடையும்போது தோன்றும் விந்தைகள் (பாவை விரிதல், இதயத் துடிப்பு மிகுதியாதல், மயிர்க்கூச்செறிதல்) குருதியில் மீச்சுரப்பி நீர்மம் செல்வதைக் காட்டுகின்றது. இப் பூனையின் பெருஞ் சிரையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட குருதியில் மிகுந்த அளவு மீச்சுரப்பி நீர்மம் உள்ளது (கேனன்). பரிவு நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டவல்ல நிகோடின் போன்ற பொருள்களைக் குறிப்பிட்ட அளவு உட்செலுத்தினால் மீச்சுரப்பு நீர்மச் சுரப்பு மிகுகின்றது. மீச்சுரப்பி நீர்மமே, சுரப்பியின் பணியை மிகுதிப்படுத்தும் பொருள்களில் ஒன்றாகும். இவ்விளைவு பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் மீதும், சிறுநீரக மீச்சுரப்பிக்கு நரம்பூட்டும் குடல் நரம்பின் மீதும் மீச்சுரப்பி நீர்மம் உருவாக்கும் ஓர் கிளர்நிலை வயத்தால் விளைகின்றது.

சிறுநீரக மீச்சுரப்பிப் புறணியின் செயல்முறைகள் (Activity of the Adrenal Cortex)

ஓர் விலங்கின் இரு சிறுநீரக மீச்சுரப்பிகளையும் நீக்கிவிட்டால், அவ்விலங்கின் இனம், உடல் நிலை, வளர்ப்பு முறை ஆகியவற்றிற்குத் தக்கபடி அறுவையியலுக்குப் பின்னர் சில நாட்களில் இறந்துவிடுகின்றது. அவ்விலங்கு இறக்குமுன்னரே தசைத்திறன் குறைவு தோன்றி, வளர்கின்றது. மீச்சுரப்பிப் புறணிச்சாற்றை அவ்விலங்குக்குச் செலுத்தினால் தசைத்திறன் சீராக உயர்ந்து, இறப்பைத் தவிர்க்கின்றது. சிறுநீரக மீச்சுரப்பி அகணியை மட்டும் நீக்கினால் இறப்பு நேர்வதில்லை. இவ்வாறு சிறுநீரக மீச்சுரப்பிகளில் தலையாய பணியைச் செய்வது, அதன் புறணி நீர்மமேயன்றி, மீச்சுரப்பி நீர்மமன்று எனத் தெளிவாகின்றது.

சிறுநீரக மீச்சுரப்பிப் புறணியின் பற்றாக்குறை உடலின் பல பணிகள், மற்றும் வளர்சிதை மாற்ற முறைகளில் உலைவுகள் தோன்றக் காரணமாகின்றன. பெருமளவு தசைத்திறன் குறைப்பு, சிலபோழ்து வாந்தி, வயிற்றுப் போக்கு, மற்றும் பசியின்மை போன்றவை பொதுவான அறிகுறிகளாகும். சிறுகுடலில் கொழுப்பு, சர்க்கரை ஆகியவை உறிஞ்சப்படும் முறைகள்

உலைவுறுகின்றன. இதயத் துடிப்பு முடுக்கப்பட்டு, குருதியழுத்தம் குறைகின்றது. சிறிதளவு சிறுநீரே கழிகின்றது; புரத வளர்சிதை மாற்ற விளைபொருள்களான அவியப் பொருள்கள் (மிகுதியான அவியம், சிறுநீரகை) அளவு சிறுநீரில் உயர்கின்றன. வெப்ப ஒழுங்கமைப்பு சீர்குலைந்து, உடல் வெப்பநிலை குறைகின்றது. அமில-காரச் சமநிலை, அமிலத் தன்மையை நோக்கிச் சாய்கின்றது (*p*H, மற்றும் காரச் சேமிப்பு குறைகின்றது).

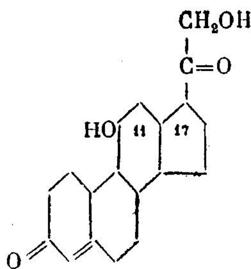
சிறுநீரக மீச்சுரப்பிப் புறணியின் பற்றாக்குறை உவர்மம், வெடியம் ஆகியவற்றின் வளர்சிதை மாற்றச் சீர்குலைவிற்கும், பிற விளைவுகளுக்கும் காரணமாகின்றது. இச் சுரப்பிகளை நீக்கிவிட்டால், சிறுநீரில் உவர்மம் பாசியகை முதலியன கழிதல் மிகுதியாகின்றது. இதனால் குறிப்பிடுமளவுக்குக் குருதிப் பிசிதத்திலுள்ள உவர்மம், பாசியகை ஆகியவற்றின் அளவு குறைகின்றது. இதற்கு மாறாக, வெடியம் சிறுநீரில் குறைவாகக் கழிவதால், பிசித வெடிய அளவு மிகுதியாகின்றது. இந் நிலையில் வெடியம் குருதியில் செலுத்தப்பட்டால் உயிருக்கு இடர் விளைவிக்கும்; குருதியில் வெடியம் 60 மி.கி. விழுக்காட்டுக்குமேல் உயர்ந்தால் நஞ்சாகும். வெடியம் மிகுதியாகவும், உவர்மம் குறைவாகவும் உள்ள உணவை உட்கொண்டால், சிறுநீரக மீச்சுரப்பி நீக்கப்பட்ட விலங்கின் நிலை மேலும் சீர்குலைகின்றது. மாறாக, அவ் விலங்குக்கு வெடியம் குறைவாக உள்ள உணவில் உவர்மத்தைச் சேர்த்துக் கொடுத்தால் நீண்ட நாள் அது உயிர் வாழுகின்றது.

மனிதரில் வேறு பல மாற்றங்களுடன் கூடிய சிறுநீரக மீச்சுரப்பிப் புறணியின் சீர்குலைவு, இச் சுரப்பி காசநோயால் தாக்கப்படும்பொழுது தோன்றுகின்றது. தசைத்திறன் குறைவு, தோல் கருமையடைதல் ஆகியவை இந்நிலையில் காணப்படும். எனவே இந்நோயை வெண்கலத் தோல் வியாதி, அல்லது அதை முதன் முதலில் விளக்கிய ஆங்கில உடலியங்கியலாளர் பெயரால் 'அடிசனின் வியாதி' என அழைக்கின்றார்கள்.

சிறுநீரக மீச்சுரப்பிப் புறணியின் நீர்மங்கள்
(Hormones of the Adernal Cortex)

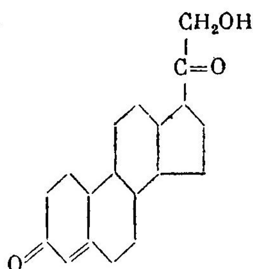
சிறுநீரக மீச்சுரப்பிப் புறணி, இசுடீராய்டு (Steroid) பண்பு கொண்ட உடலியங்கியல் செயல் முறையுடைய புறணி நீர்மங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்ற 20-க்கும் மேற்பட்ட வெவ்வேறு சுரப்புக்களை உருவாக்குகின்றது. இவைகளில் கார்டிகோசுடீரோன் (Corticosterone) தான் முதன் முதலாகக் தூயமுறையில் கிடைக்கப் பெற்ற நீர்மமாகும். சிறுநீரக மீச்சுரப்பிப் புறணியின் போதாமை

யால் தோன்றும் அறிகுறிகளை ஓரளவு நீக்க இயலும். இதன் நீர்மங்களில் ஒன்றான 11-உயிரியமற்ற கார்டிகோசுடீரோன் (11-Desoxycorticosterone) [11-வது கரி அணுவில் உயிரிய அணு கிடையாது] உவர்மம், மற்றும் நீரின் வளர்சிதை மாற்றத்தைப் பெரிதும் கட்டுப்படுத்துகின்றது. (உறுப்புகளில் உவர்மம், மற்றும் நீரைத் தேக்க உதவுகின்றது.) கார்டிகோசுடீரோனிலிருந்து உருவாக்கப்பட்ட சில பொருள்கள் (11-உயிரியமற்ற (11-desoxy) 17-உயிரிய கார்டிகோசுடீரோன் (17-Oxycorticosterone), 11-நீரியமற்ற 17-உயிரிய கார்டிகோசுடீரோல் (11-Desoxy-17-oxycorticosterone) அல்லது கார்டிசோன் (Cortisone) முதலியன மாவுப்பொருள், புரதங்களின் வளர்சிதை



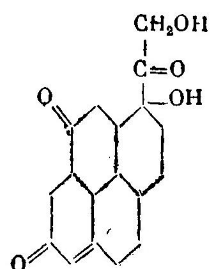
கார்டிகோசுடீரோன்

Corticosterone



11-உயிரியமற்ற கார்டிகோசுடீரோன்

11-desoxycortito-sterone



11-நீரியமற்ற 17-உயிரிய கார்டிகோசுடீரோன் (கார்டிசோன்)

11-dehydro-17-oxycorticosterone (cortisone)

மாற்றத்தை மிகுதியாக்குகின்றது. இந் நீர்மங்கள் சிறுகுடலிலிருந்து சர்க்கரை உறிஞ்சப்படுதலை மிகுதியாக்குவதுடன், புரதத்திலிருந்து சர்க்கரை உருவாவதையும் தூண்டுகின்றன. மேலும் தசைகளின் திறனையும் உயர்த்துகின்றன. கார்டிசோன், சில மூட்டு நோய்களை (பல்சிறு மூட்டழற்சி) குணப்படுத்தப் பயன் படுகின்றது. இதையன்றி, புறணி நீர்மங்கள் குறிப்பிட்ட அளவுக்குப் பால் நீர்மமாகவும் (Sex Hormone) பணியாற்றுகின்றன. 'சிறுநீரக மீச்சுரப்பி ஆண்மை' இச்சுரப்பி உலைவுறுவதால் நிகழுகின்றது. சில ஆண்பால் பண்புகள் வளர்ச்சி (முகத்தில் முடி வளர்தல் ஆண்மைக்குரல்) மற்றும் தீட்டு நிற்றல் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்க சில அறிகுறிகளாகும். குழந்தைப் பருவத்தில் தோன்றும் சிறுநீரக மீச்சுரப்பிக் கோளாறுகள் முதிர்ச்சியடையுமுன் பால்வளர்ச்சி தோன்றக் காரணமாகலாம்,

43. மூளையடிச் சுரப்பி, எபிபிசிசு மற்றும் சுரப்பிகளின் அகச் சுரப்பு

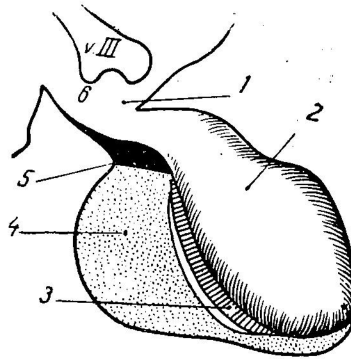
(Internal Secretion of the Hypophysis Epiphysis and other Glands)

மூளையடிச் சுரப்பியின் அமைப்பு
(Structure of Hypophysis)

மூளையடிச் சுரப்பி, மூளையின் தளத்தின்மேல் அமைந்துள்ளது. இது புனல் வடிவக் காம்புப் பகுதியால் மூளையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மனிதனின் மூளையடிச் சுரப்பி 0·5—0·7 கிராம் எடையுள்ளது. அளவில் சிறியதெனினும், மூளையடிச் சுரப்பி சிக்கலான அமைப்புடையதாகவும், பல்வேறு சுரப்புப் பணியையுடையதாகவும் இருக்கின்றது.

மூளையடிச் சுரப்பி முன் மடல் (anterior lobe), பின் மடல் (Posterior lobe), இடைப் பகுதி (Pars intermedia), தண்டுப் பகுதி (Pars tuberalis) ஆகிய நான்கு பிரிவுகளைக் கொண்டது (படம் 175). முன் மடல் சுரப்புத் தன்மையுடையது. கருவளர்ச்சியில் முன் மடல் வாய் மேலிழைத் திசுவிலிருந்து வளர்கின்றது. முன் மடல், அமில, கார வண்ணங்களால் வெவ்வேறு நிறத்தைப் பெறுகின்ற மேலிழைம உயிரணுக்களைக் கொண்டது. [கார வண்ண (Basophilic), அமில வண்ண (Acidophilic), வண்ணமற்ற உயிரணுக்கள் (Chromophobic cells)]. மூளையடிச் சுரப்பி முன் மடலின் சுரப்புப்பணி குறிப்பாகப் பலவகைப்பட்டதாகும். இதன் பின்மடல் அல்லது நரம்புப் பகுதி, நூற்கண்டு வடிவமுள்ள உயிரணுக்கள், நரம்பிணைப்புத்திசு உயிரணுக்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. மூளைக் குழலின் (cerebral vesicle) நடுப்புடைப்பிலிருந்து இது வளர்கின்றது. இடைப்பகுதி மேலிழைம உயிரணுக்களைக் கொண்ட ஓர் குறுகிய பகுதியாகும். இதற்கு முன்புறம்,

கருப்பருவத்தில் தோன்றும் உட்குழிவுப் புடைப்பின் எஞ்சிய பகுதியான ஓர் பிளவு, முன் மடலை இடைப் பகுதியிலிருந்து பிரிக்கின்றது. பின்புறமாக இடைப்பகுதி, பின்மடலைத் தழுவியிருப்பதால், இவ்விரு பகுதிகளின் சுரப்புப் பணியை முற்றிலும் பிரித்தறிய இயலாது. மூளையடிச் சுரப்பியின் பின்பகுதி, முன் மடலிலிருந்து தொடங்கி, காம்புப் பகுதியைச் சுற்றிப் பின்பு மூளையின் அடித்தளத்திற்குப் பரவியுள்ளது. நுண்ணியல் அமைப்பில், இது முன் மடலிலிருந்து வேறுபடுகின்றது.



படம் 175

1. காம்புப் பகுதி 2. நரம்புப் பகுதி 3. இடைப் பகுதி 4. முன் மடல் 5. தண்டுப் பகுதி 6. மூளையின் அடிப் பகுதி 7. மூன்றுவது மூளையுட்குழுவின் நுனி.

மூளையடிச் சுரப்பி பெருமளவு குருதிக் குழாய்களையும், நரம்பிழைகளையும் கொண்டுள்ளது.

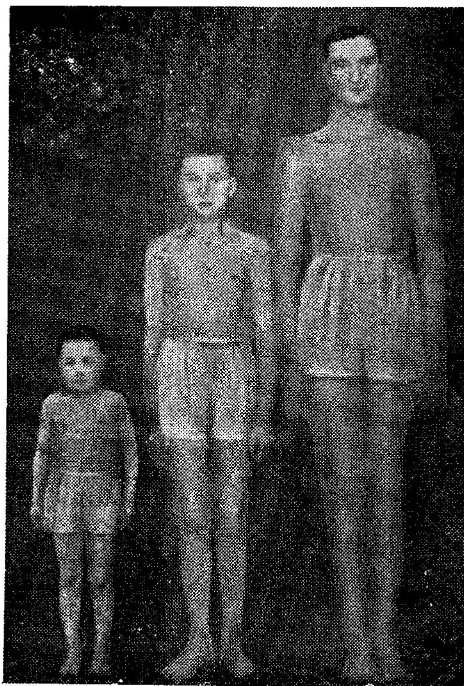
மூளையடிச் சுரப்பி நீக்கம், மற்றும் சுரப்பி நோய்களின் விளைவுகள்

(Consequences of Hypophysectomy and Hypohyseal Diseases)

அறுவை முறையில் மூளையடிச் சுரப்பியை அடைதல் கடினமெனினும், அதை நீக்குதல், மற்றும் ஊறு நேர்தல் ஆகியவற்றின் விளைவுகளை விலங்குகளில் கண்டறிந்துள்ளார்கள். (சுபெரான்சுகி முறைப்படி கண்ணுடி வளையத்தைச் சுரப்பியின் காம்பில் பொருத்துதல்) மூளையடிச் சுரப்பியைக் கடினமான அறுவை முறையில் நீக்கிவிட்டால் அவ் விலங்கு இறப்பதில்லை (போகோமொலெட்சு, கார்விக்). இவ்வகையாக மூளையடிச் சுரப்பி வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாத ஓர் உறுப்பன்று. மூளையடிச் சுரப்பி நீக்கத்தின் சிறப்பு விளைவுகளாவன. (1) இளம் விலங்குகளில் வளர்ச்சித் தடை (படம் 17/). (2) பால் சுரப்பிகள் தேய்வடைதல், இளம் விலங்குகளில் பால் முதிர்ச்சியில் குறைபாடு, முதிய விலங்குகளில் பால் ஆற்றல் இழப்பு. (3) கேடயச் சுரப்பி, மற்றும் சிறுநீரக மீச்சுரப்பிகள் தேய்வடைதல். (4) முற்றிலும் இளைத்த நிலை

(5) சிறுநீர் மிகுதியாகக் கழிதல் (பலமூன்ற சிறுநீர்க் கழிவு) ஆகியன.

மனிதனுக்கு மூளையடிச் சுரப்பி நோய்கள் பல வகைகளில் தோன்றுகிறது. இளம் பருவத்தில் மூளையடிச் சுரப்பியின் குறைச் சுரப்பு, வளர்ச்சிக் குறைவு, குருத்தெலும்புகளில் எலும்புத் திசு படிதலில் தாமதம், பால் சுரப்பிகளின் குறை வளர்ச்சி (மூளையடிச் சுரப்பி வளர்ச்சிக் குறை) போன்ற வகைகளில் தோன்றும்.



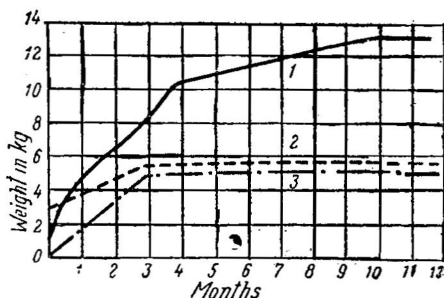
படம் 176

ஒரே வயதுடைய மூன்று பையன்கள். இடம் - மூளையடிச் சுரப்பி நீர்மக் குறைநிலை, நடு - மூளையடிச் சுரப்பி நீர்மச் சமநிலையாற்றல், வலம் - மூளையடிச் சுரப்பி நீர்மமிகுநிலை.

எவ்வாறாயினும், மூளையடிச் சுரப்பிக் குள்ளர்கள் (Hypophyseal dwarfism) பொதுவாக நலமுடனிருப்பர். அவர்களின் அறிவுக் கூர்மை பாதிக்கப்படுவதில்லையாதலால், கேடயச் சுரப்புக் குறைவாயுள்ள குழைந்தைகளிலிருந்து இவர்களை வேறுபடுத்தியறிய இயலுகின்றது (படம் 176).

வளர்ச்சிக் குறைவுக்கு காரணமான மூளையடிச் சுரப்பியின் குறைச் சுரப்பினையன்றி அதன் மிகைச்சுரப்பு வகைகளையும் காணலாம். மிகைச் சுரப்பி பூதவியலைத் தோற்றுவிக்கின்றது: இதனல் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் 2 மீட்டர் அல்லது அதற்கும் மிகுதியான உயரம் வளர்கின்ருர்கள் (படம் 176). பெரிய எலும்புகளின் நுனிகளில் எலும்புத் திசு படிவதில் தாமதமேற்படுவதால் பூதவியல் உண்டாகின்றது.

எலும்புத் திசு படிதலில் முழுமையடைந்த வயது வந்தவர்களுடைய மூளையடிச் சுரப்பி இவ் வகைப் பழுதடைந்தால் கை, கால் எலும்புகளின் சேய்மை நுனிகள் (உள்ளங்கை, பாதம், கை, கால் விரல்கள் பெருத்தல்) மற்றும் முக எலும்புகள் (கன்ன



படம் 177

வளர்ச்சிப் பருவத்தில் சீரான ஒரு நாய்க் குட்டியின் எடையும் (1) மூளையடிச் சுரப்பி நீக்கப்பட்ட இரு நாய்க்குட்டிகளின் எடையும் (2)ம் (3)ம் மிகுதியாதல் (கார்லிக்குக் குப்பின்)

எலும்பு, கீழ்த்தாடையெலும்பு) புதிய வளர்ச்சியைக் காட்டுகின்றன. உடலின் பல்வேறு பகுதிகளின் தெளிவான ஒரே தன்மையற்ற வளர்ச்சியைக் காட்டும் இந் நோயை 'அக்ரோமெகாலி' 'கை, கால் பெருக்க நோய்' (Acromegaly) என்றழைக்கின்ருர்கள்.

ஆழ்ந்த உணர்விண்மை, மூளையடிச் சுரப்பி தேய்வு, நீரிழிவு நோய் முதலியன மூளையடிச் சுரப்பிக் கோளாறுகளின் விளைவுகளாகும். நீரிழிவு நோயில் மிகச் சிறு அளவு சிறுநீரகங்களில் நீர் உறிஞ்சப்படுவதால், குறைந்த அளவு திடப் பொருள்கள் கொண்ட மிகுதியான சிறு நீர் கழிக்கப்படுகின்றது. இதனல் தணிக்கமுடியாத தாகம் ஏற்படுகின்றது.

மூளையடிச் சுரப்பி முன்மடலின் நீர்மங்கள் (Hormones of the Anterior Lobe of the Hypophysis)

மூளையடிச் சுரப்பி முன்மடலிலிருந்து பல நீர்மங்களைப் பெற இயலும். இவற்றில் சில தூய வடிவில் கிடைக்கப்பெற்று, வேதிப் பண்புகளும், உடலியங்கியல் பண்புகளும் தெளிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளன.

வளர்ச்சி நீர்மம் (Growth Hormone): வளர்ச்சி நீர்மம் படிக வடிவில் கிடைக்கப்பெற்றுள்ளது. இது 44,000-49,000 அணுத்திர ளெடை உடைய ஓர் புரதப் பொருளாகும். மூளையடிச் சுரப்பி நீக்கப்பட்ட ஒரு சுண்டெலிக்குத் தினமும் 0·1 மி. கி. வீதம் (ஒவ்வொன்றும் 0·01 மி. கி. கொண்ட 10 ஊசிகள்) இந் நீர்மத்தைச் செலுத்தினால் அதன் எடையில் 10 கிராம் உயர்கின்றது. குருத்தெலும்புகளின் வளர்ச்சியையும் இந் நீர்மம் பாதிக்கின்றது. இளம் விலங்குகளுக்குத் தொடர்ந்து இதைச் செலுத்தினால் பூதவியல் தோன்றுகின்றது. குறிப்பிட்ட இனஞ் சேர்ந்த வளர்ச்சியுற்ற நாய்களின் உடலில் முறைப்படி ஊசிமூலம் இந் நீர்மத்தைச் செலுத்தினால் ஆய்வு முறையில் அவைகளில் 'கை, கால் பெருக்க நோயை' உண்டாக்க இயலும். மனிதனில் இந் நீர்மப் பற்றாக் குறை குள்ளவியலையும், மிகைச் சுரப்பு 'பூதவியலை' (Gigantism) அல்லது 'கை, கால் பெருக்க நோயை'த் தோற்றுவிக்கின்றது.

பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்கள் (Gonadotropic Hermones): இந் நீர்மங்கள் மூளையடிச் சுரப்பி முன்மடலிலுள்ள கார வண்ண உயிரணுக்களால் சுரக்கப்படுகின்றது; வேதியியல்படி இவை குளுகோ - புரதங்களாகும்; குளுகோசு, நவம், மற்றும் மானோசு ஆகியவைகளும் இதில் அடங்கியுள்ளன. இதில் இருவகை நீர்மங்களைப்பற்றித் தெளிவாக ஆயப்பட்டுள்ளது. அவைகளில் ஒன்று பெண் விலங்குகளில் கருக் கூட்டின் வளர்ச்சியையும், முதிர்ச்சியையும், ஆண் விலங்குகளில் விந்தணுக்கள் உருவாதலையும் தூண்டுகின்றன. மற்றொன்று கருவகங்களின் திசுவிடை மூலகங்களைப் பாதிக்கும் மஞ்சள் கூடுறு நீர்மமாகும். இது கருவுறு நீர்மத்தை உருவாக்கும் மஞ்சள் கூட்டின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகின்றது. ஆண்களில் விரையின் இலேடிக் உயிரணுக்களின் முதிர்ச்சியைத் தூண்டுவதுடன், ஆண்பால் நீர்மங்களின் சுரத்தலையும் தூண்டுகின்றது.

இந் நீர்மங்கள் மூளையடிச் சுரப்பியின் முன்மடலினால் சுரக்கப் படுவதால், அதன் பிழிதலைப்பால் முதிர்ச்சியுற்ற உயிரமைப்பினுள் செலுத்தினால் பால் சுரப்பிகளின் செயல்முறை மிகுதியாகின்றது. (பெண்களில் கருவணு வெளிப்படல், ஆண்களில் விந்தணுவாக்

கம்). பால் முதிர்ச்சியடையா விலங்குகளில் இப் பிழிதலைச் செலுத்தினால் வயதுக்கு மீறிய பால் வளர்ச்சியை விளைவிக்கின்றது.

இவ்வுண்மை, மீன் வளர்ப்புத் துறையில் சில பயனை அளித்துள்ளது (செர்பில்சுகி). கனேய்டி இனத்தைச் சார்ந்த ஆண், பெண் மீன்களுக்கு மூளையடிச் சுரப்பிப் பிழிதலைச் செலுத்தினால், முதிர்ச்சியடைதலை விரைவுபடுத்துகின்றது. வளர்ச்சியுற்ற விந்தணுக்கள், மற்றும் கருவுறத் தகுந்த முட்டைகளின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றையும் மிகுதியாக்குகின்றது.

மற்ற நாளமில்லாச் சுரப்பிகளை இயக்கவல்ல நீர்மங்கள் (Harmones Influencing the Activity of other Endocrine Glands): முன்மடல் பாலூறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்களுடன், கேடயச் சுரப்பி [கேடயச் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம் (Thyrotropic hormone)] சிறுநீரக மீச்சுரப்பிப் புறணி [மீச்சுரப்பிப் புறணிச் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம் (Adrenocorticotropic Hormone)] ஆகியவற்றின் பணிகளைத் தூண்டக்கூடிய நீர்மங்களையும் சுரக்கின்றது.

கேடயச் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம், கேடயச் சுரப்பியின் உயிரணுக்களின் வளர்ச்சியைத் தூண்டி அதன் பணியையும் விரைவுபடுத்துகின்றது. இச் செயல் மிகைக் கேடயச் சுரப்பிக்குச் சான்றாக உள்ள அறிகுறிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றது. கேடயச் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம் மிகுதியாகச் சுரந்தால் 'விழி பிதுங்குதல்' (Exophthalmos) தோன்றி வழிகோலுகின்றது.

சிறுநீரக மீச்சுரப்பிப் புறணிச் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம் குறைவாகச் சுரந்தால் சிறுநீரக மீச்சுரப்பிகள் வளர்ச்சியற்றுப் போகின்றன. இந் நீர்மத்தை உட்செலுத்தினால் மீச்சுரப்பிகள் மீண்டும் வளர்ச்சியடைகின்றன.

மேற்கூறிய அனைத்து நீர்மங்களும் புரதத் தன்மை வாய்ந்தவைகளே.

முலைச்சுரப்பி ஊக்கி நீர்மம் (The Mammotropic Hormone): முலைச் சுரப்பி ஊக்கு நீர்மம் அல்லது பால் சுரப்பு நீர்மம் முலைச் சுரப்பிகள் பால் சுரத்தலை விரைவுபடுத்துகின்றது. குருதியில் இந்நீர்ம அளவு குறைந்தால் (சான்றாக மூளையடிச் சுரப்பியை அகற்றுவதால்) பால் சுரத்தல் நின்றுவிடுகின்றது. பால் சுரப்பு நீர்மத்தைச் செலுத்தினால் ஆண்களிலும் பால் சுரக்கின்றது. பாலூட்டும் தாய்மார்களுக்குச் சில போழ்து பால் சுரத்தலை மிகுதிப்படுத்தப் பால் சுரப்பு நீர்மம் கொடுக்கப்படுகின்றது. மூளையடிச் சுரப்பியின் மற்ற நீர்மங்களைப் போலவே பால் சுரப்பு நீர்மமும் ஓர் புரதப் பொருளாகும். மூளையடிச் சுரப்பி முன்மட

லின் ஆய்ந்தறிந்த நீர்மங்கள் ஆறையும் பிரித்தெடுப்பதில் வேதியியல் முறைகள் பயன்படுத்தப்படுவதால் மேற்கூறிய நீர்மங்கள் அவற்றின் குறைவான எண்ணிக்கையுள்ள உற்பத்திக்குக் காரணமான பொருள்களின் துண்டுகளாக இருக்கலாம். இம்முடிவு, தெளிவான சுரப்புப் பணியாற்றும் இருவகை உயிரணுக்களே உள்ளன என்ற உண்மையிலிருந்து பிறந்ததாகும்.

மாவுப் பொருள், கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றங்களை வயப்படுத்தும் நீர்மங்கள் (Hormones Influencing Carbohydrate and Fat Metabolism) : மூளையடிச் சுரப்பி முன் மடலின் பிழிதலைச் செலுத்தினால் மிகைச் சர்க்கரையியல், சிறுநீர்ச் சர்க்கரை நிலை, திசுக்களில் அசிடோன் பொருள்கள் மிகுதல், மற்றும் அவை சிறுநீரில் கழிதல் முதலியவற்றுக்கு வழிகோலுகின்றது. மிகைச் சர்க்கரை நிலை உருவாக்கல் என்றழைக்கப்படும் இப் பணி கொழுப்பமில வளர்சிதை மாற்றத்தின் இயக்கவல்ல நீர்மம் இருப்பதால் ஏற்படுவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அண்மைக்கால ஆய்வுகள் மேற்கூறிய வளர்சிதை மாற்றங்கள், உடல் வளர்ப்பு நீர்மப் பணியினால் இருக்கலாமெனக் கருதப்படுகின்றது. இந் நீர்மம் புரதப் பொருள்கள் சிதைதலைத் தடுத்துப் புரதப் பொருள்களின் சேமிப்பை உயர்த்துகின்றது. அதற்கு ஈடுசெய்யும் வகையில் மாவுப் பொருள்கள், கொழுப்புப் பொருள்களை வளர்சிதை மாற்றமடையச் செய்வதால் அசிடோன் பொருள் மிகுதியாகின்றன.

மூளையடிச் சுரப்பிப் பின்மடலின் நீர்மங்கள்
(Hormones of the Posterior Lobe of the Hypophysis)

மூளையடிச் சுரப்பிப் பின்மடலின் பிழிதல், மற்றும் அதிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் 'பிட்யூட்ரின்' என்ற மருந்து ஆகியவை உடலுறுப்புகளில் பலவகை மாற்றங்களை விளைவிக்கின்றது. முதலாவதாகக் குறுந்தமனிகளும் தந்துகிகளும் சுருங்குவதால் குருதியழுத்தம் உயர்கின்றது; இரண்டாவதாக பிட்யூட்ரினை உட்செலுத்தினால் இயங்கு தசைகள், குறிப்பாகக் கருப்பையின் தசைகள், சுருங்குவதில் மிகுதியாகின்றன. மூன்றாவதாகச் சிறுநீரகங்களில் பாசியகை மிகுதியாகக் கழியச் செய்து, சிறுநீர் கழிதலைக் குறைக்கின்றது.

மூளையடிச் சுரப்பிப் பின்மடலின் குருதியழுத்தம், இயங்கு தசைகள் ஆகியவை மீதுள்ள வயத்தன்மை இருவகை நீர்மங்கள் உருவாதலுடன் தொடர்புடையது. குருதிக் குழாய்களைச் சுருங்கச்செய்து, குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்தும் நீர்மம் 'குழாய் இறுக்கி நீர்மம்' (Vasopressin Hormone) என்றழைக்கப்படுகின்

றது. நரம்பூட்ட மறுபட்ட குருதிக் குழாய்களையும் இந் நீர்மம் சுருங்கச் செய்யும் ஆற்றலுடையது. கருப்பை சுருங்குவதைத் தூண்டும் நீர்மம் 'கருப்பைச் சுருக்கி' (Oxytocin) [பிடோசின் மற்றும் ∝-ஃகைபோபேமின்] என்றழைக்கப்படுகின்றது. இவ்விரு நீர்மங்களும் ஏறக்குறைய 1000 அணுத்திரளௌடையுள்ள பலபுரதக் கூடுதல்களாகும். நச்சுக் கொடி, வெளியேறத் தேவையான அளவுக்கு வலுவாகக் கருப்பையைச் சுருக்கவும், கருப்பையிலிருந்து குருதியொழுக்கை நிறுத்தவும் பிட்யூட்ரினும் (Pituitrin) கருப்பைச் சுருக்கியும் பெருமளவு மகப்பேறு மருத்துவத்தில் ஈன்றலின் பின்னர் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சிறுநீர் கழிதலைத் தூண்டும் நீர்மத்துக்கு 'நீர்க்கோவை எதிர் நீர்மம்' (Antidiuretic Hormone) எனப் பெயர். சிறுநீர் நுண்குழல் வழியாகப் பாயும் முதன்மைச் சிறுநீரிலிருந்து நீரை உறிஞ்சப்படுவதை இந் நீர்மம் தூண்டுகின்றது. மூளையடிச் சுரப்பிப் பின்மடலை நீக்கிவிட்டால், சிறுநீரகங்களிலிருந்து ஏராளமான அளவு சிறுநீர் வெளியேறுகின்றது; அஃதாவது 'பல் சிறுநீர்க்கழிவினை' (Polyuria) உண்டாக்குகின்றது. மூளைக்கும், மூளையடிச் சுரப்பி முன்மடலுக்குமுள்ள இணைப்புகளைத் துண்டிக்கும் பொழுதும் இந்நிலை தோன்றுகின்றது.

மூளையடிச் சுரப்பியை முழுமையாக நீக்கிவிட்டால் பல் சிறுநீர்க்கழிவு தோன்றுவதில்லை. இதிலிருந்து பின்மடலின் பணியின்மையால் விளையும் நிகழ்வுகள் முன்மடல் சீரான நிலையில் உள்ளவரையில்தான் தோன்ற இயலுமெனத் தெளிவாகின்றது.

கடுமையான 'பல்சிறுநீர்க் கழிவு' ஏற்படக்கூடிய சிறுநீரிழிவு நோயில், மூளையடிச் சுரப்பிப் பின்மடலின் பிழிதலை உட்செலுத்தினால் சிறுநீர் கழிதல் குறைகின்றது.

மூளையடிச் சுரப்பி இடைப்பகுதியின் நீர்மங்கள் (Hormone of Pars Indermedia of Hypophysis)

கருநிறமி நீர்மம் (Melanorphorine Hormone) எனப்படும் (அல்லது இடைப்பகுதி நீர்மம்) இந் நீர்மம் தோலிலுள்ள நிறமி உயிரணுக்களைப் பாதிக்கின்றது. நில, நீர் வாழ்வன, மற்றும் மீன்களில் இந் நீர்மப் பணிகள் பற்றி ஆராயப்பட்டுள்ளன. இந் நீர்மத்தின் தன்மையால் கருநிறமி உயிரணுக்கள் விரிந்து நிறமிக் குருணைகள் இவற்றினுள் விரிவாகப் பரவுகின்றன. இதனால், அவ் விலங்கின் தோல் கறுப்பாகின்றது.

கண்ணின் விழித்திரையை ஒளியேற்றினால் நிறமி உயிரணுக்களின் தன்மை மாற இயலும். இவ்வாறு, ஒரு விலங்கின் ஒளி

யுறுப்பாகிய கண்ணைத் தூண்டினால், மறுவினை மூலம் கருநிறமி நீர்மம் சுரக்கின்றது. விலங்கின் தோலின் நிறம் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப மாறுவதன் மூலம், அதன் எதிரியின் கண்களுக்கு எளிதில் அகப் படாமல் தப்புவதால், இச்செயல் விலங்குப் பாதுகாப்புக்கு இன்றியமையாததாகின்றது.

மூளையடிச் சுரப்பிச் செயல்களின் கட்டுப்பாடு (Regulation of Hypophyseal Activity)

மூளையடிச் சுரப்பி, அதன் காம்பினால் நரம்புப்பாதை வழியாக மூளையின் துணைத் தலைமப் பகுதியுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. கழுத்து மேற்பகுதி பரிவு நரம்பு முடிச்சால் நரம்பூட்டப்பட்டிருக்கும் மூளையடிச் சுரப்பிகளின் பணிகள் நரம்பிணைப்புகள் உலைவுறுதலால் பாதிக்கப்படும்.

தொன்கிக்கின் ஆய்வு முடிவுகளிலிருந்து கழுத்து மேற்பகுதி பரிவு நரம்பு முடிச்சு, மூளையடிச் சுரப்பியின் பணிகளை வயப்படுத்தும் முறை நன்கு புலனாகின்றது. நாய்கள், பூனைகள் ஆகியவற்றின் கழுத்து மேற்பகுதி பரிவு நரம்பு முடிச்சு தூண்டப் பட்டதால் சில நீர்மங்கள் குருதியில் மிகுதியானதால் அவ் விலங்குகள் **3-4** நாட்களில் நுரையீரல் அழற்சியால் இறந்தன என்பது கண்டறியப்பட்டது. இந் நரம்பு முடிச்சு தூண்டப் படுவதற்கு முன்னர் மூளையடிச் சுரப்பி நீக்கப்பட்டால், நுரையீரல் அழற்சி தோன்றுவதில்லை. இதிலிருந்து மூளையடிச் சுரப்பியின் நீர்மச் செயல்முறைகள் நரம்பு மண்டலத்தின் இடையறாக் கட்டுப்பாட்டில் இயங்குகின்றதெனத் தெளிவாகிறது. மறுவினைகளால் விழித்திரை கருநிறமி நீர்மச் சுரப்பை வயப்படுத்துதலும் தெளிவாக நிறுவப்பட்டுள்ளது. பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்கள் சுரத்தலையும் மறுவினைகளால் விழித்திரை வயப்படுத்துகின்றது.

பிகோவும், அவரது குழுவினரும் சிறுநீரகங்கள் சிறுநீரை உருவாக்குதலை வயப்படுத்தும், நீர்மத்தைச் சுரக்கச் செய்யும், பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினையை உருவாக்க இயலும் என விளக்கியுள்ளனர்.

மூளையடிச் சுரப்பி நீர்மங்கள் குருதியில் கலப்பதால் மட்டுமே உறுப்புகளைச் செயல்படுத்துவதில்லை. இந் நீர்மங்களில் சில மூளையடிச் சுரப்பிக் காம்பு வழியாக அல்லது மூளை-தண்டுவடக் குழம்பின் வழியாகப் பரவி நடுநரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டுவது இயல்வதே.

பால் சுரப்பிகள்
(Sex Glands)

பால் சுரப்பிகளின் அகச் சுரப்பு பற்றி அடுத்த பிரிவில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

பினியல் உறுப்பு
(Pineal Body or Epiphysis)

சிறிய பினிய உறுப்பு, நரம்பு நாற்குன்றிற்கு மேல்புறமாக அமைந்துள்ளது. இவ்வுறுப்பின் நீர்மச் செயல்கள், பால் சுரப்பிகளின் வளர்ச்சியைத் தடை செய்வதாக நம்பப்படுகிறது. பால் முதிர்ச்சியடையாத சேவல்களில் இவ்வுறுப்பு நீக்கப்பட்டால் அவை வளர்ச்சியடையுமுன்னரே பால் முதிர்ச்சியடைகின்றன. பாலூண்ணிகளில் இதுபோன்ற விளைவுகளைக் கண்டறிய இயலாததுடன், இவ்வுறுப்புத் திசுக்களிலிருந்து எவ்வித நீர்மங்களையும் பெற இயலவில்லை.

தைமசு
(Thymus)

நெஞ்சின் நடுமுன்னறையில் தைமசு அமைந்துள்ளது. குழந்தைப் பருவத்தில் பால் முதிர்ச்சியுறு முன்னர் இச் சுரப்பி செயல்படுவதாகவும், இதன் நீர்மங்கள் பால் சுரப்பிகளின் முதிர்ச்சியைத் தடை செய்வதாகவும் கருதப்படுகின்றது. இச் சுரப்பியின் பணியைத் தெளிவாக இதுவரை அறிய இயலவில்லை. பால் முதிர்ச்சி நிலையில் தைமசு அழிந்துவிடுகின்றது. சில போழ்து, வளர்ந்த மனிதர்களிலும் தைமசு நிணக் கணுக்களின் பெருக்கத்துடன் நிலைத்திருக்கும். இந்நிலை 'தைமசு-நிணக் கணு நிலை' எனப்படும்.

44. நாளமில்லாச் சுரப்புச் செயல் முறைகளின் கட்டுப்பாடு
(Regulation of Endocrine Activity)

நாளமில்லாச் சுரப்புச் செயல்களின் நரம்புக் கட்டுப்பாடு
(Nervous Regulation of Endocrine Activity)

முன்னர் கூறப்பட்டது போல அனைத்து நாளமில்லாச் சுரப்பிகளும் நரம்பு மண்டலத்தின் இடையறாக் கட்டுப்பாட்டில் இயங்குவதுடன் சில நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் நரம்புத் திசுக்களிலிருந்து வளர்ச்சியடைகின்றன. மூளையடிச் சுரப்பியின் பின்மடல், மூன்றாவது மூளை உட்குழிவுத் தளத்திலிருந்து உருவாகின்றது. இப் பகுதியின் சிறப்பு உயிரணுக்கள் பெருநரம்பணுக்களின் மாறுபட்ட உயிரணுக்களாகும். சிறுநீரக மீச் சுரப்பி அகணி வண்ண உயிரணுக்களுடன், பரிவு நரம்பு முடிச்சு உயிரணுக்களையும் கொண்டிருக்கின்றது. பல உறுப்புகளை மீச் சுரப்பி நீர்மம் தூண்டும் முறை பரிவு நரம்பு மண்டல முறையை ஒத்துள்ளது. இதில் நரம்பியல், நீர்மக்கூறு வயத்தன்மைகள் ஒன்றையொன்று தொடருமாறு பின்னிப் பிணைந்து அமைந்துள்ளன. பிற சுரப்பிகளின் செயல்முறைகளும் இதைப் போலவே நடுநரம்பு மண்டலத்தால் தூண்டப்படுகிறது அல்லது தடை செய்யப்படுகின்றது. இவ் விளைவுகட்கான சான்றுகள் முன்னரே கூறப்பட்டுள்ளன. சில போழ்து குறிப்பிட்ட சில ஏற்பிப் பகுதிகளைத் தூண்டினால், மறுவினைகளால் சுரப்பு நேர்கின்றது. கருவணு வெளிப்படுதலைத் தூண்டும் மூளையடிச் சுரப்பியின் பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மச் சுரப்பு மறுவினையால் தூண்டப் படுதல் இதற்குச் சான்றாகும். இம் மூளையடிச் சுரப்பி நீர்மத்தை விழித்திரையைத் தூண்டுவதால் மறுவினைகளின் மூலம் சுரக்கச் செய்ய இயலும். குருட்டு விலங்குகள் இனப் பெருக்கம் செய்ய

இயலாது. முயல்களில் புணர்ச்சி மறுவினையால் தூண்டப்படாத வரை கருவணு வெளிப்படுதல் இயலாது.

முன்னர் கூறப்பட்டது போல சிறுநீரகங்கள் சிறுநீரை உருவாக்குவதை வயப்படுத்தும் நீர்மத்தைச் சுரக்கச் செய்யும் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகளை உருவாக்க இயலும். இந் நிலையில் நரம்பு வயத்தன்மைகள் நீர்மங்களால் செயல் படுத்தப் படுகின்றன. செரித்தல் பாதையின் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம் (செக்ரீடின்) கணையச் சுரப்புச் செயலை, கணையத்தின் சுரக்கும் மடல்களினுடைய நரம்பு முடிச்சுகளைத் தூண்டுவதன்மூலம் பாதிக்கின்றதென விளக்கப்பட்டுள்ளது.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகட்கு இடையேயுள்ள தொடர்புகள் (Relationships Between Endocrine Glands)

நரம்பமைப்பு, நாளமில்லாச் சுரப்பியமைப்பு ஆகியவற்றிற்கு இடையிலுள்ள உறுப்பு இணைப்பால் உயிரமைப்பின் பணிகளை நரம்பு - நீர்மக் கட்டுப்பாடு இயக்குகின்றது.

பல்வேறு நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் செயல்முறைகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்தமைந்திருப்பதால் இவ்வமைப்பின் தொடர்புகள் சிக்கல் நிறைந்ததாகும். பால் சுரப்பிகள், சிறுநீரக மீச் சுரப்பிகள், கேடயச் சுரப்பி ஆகியவை நீர்மங்கள் சுரத்தலைச், சில மூளையடிச் சுரப்பி நீர்மங்கள் தூண்டுதலைப்பற்றி முன்னரே விளக்கிக் கூறப்பட்டது. கேடயச் சுரப்பிக்கு, கேடயச் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம், கேடய நீர்மத்தை உருவாக்க இன்றியமையாத தாகும். சில போழ்து ஒரு நீர்மம், மற்றொரு நீர்மச் சுரப்பைத் தூண்டுகின்றது. அஃதாவது நீர்மங்களிடையே இணைந்த செயல் முறையுள்ளது. கேடய நீர்மம் மூளையடிச் சுரப்பியின் வளர்ச்சி நீர்மம் ஆகியவற்றின் இணைந்த செயல்முறை இதற்குச் சான்றாகும். வளர்ச்சி நீர்மம் உடல் முதிர்ச்சியையும், கேடய நீர்மம் உடல் வளர்ச்சியையும் தூண்டுகின்றது. இதைப் போலவே மூளையடிச் சுரப்பியின் சர்க்கரை மிகுநிலை நீர்மச் செயல்முறை, சிறுநீரக மீச் சுரப்பிப் புறணி நீர்மங்களின் செயலை ஒத்திருக்கின்றது.

இதற்கு மாறாகச் சில நீர்மங்கள், பிற நீர்மங்களின் செயலைத் தடைபடுத்துகின்றன. சான்றாக, மூளையடிச் சுரப்பி முன்மடல் நீர்மங்களும், சிறுநீரக மீச் சுரப்பிப் புறணியின் நீர்மங்களும் இன்சுலினிற்குரிய உயிரமைப்பின் கூருணர்ச்சியைக் குறைக் கின்றன. இசுடீராய்டு பால் நீர்மங்கள், மூளையடிச் சுரப்பி முன்மடல், கேடயப் பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்களை உருவாக்கு வதைத் தடைபடுத்துகின்றன. இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்

பட்டால் மூளையடிச் சுரப்பி, பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்களை மிகுதியாகச் சுரக்கின்றது. பால் நீர்மங்கள், மூளையடிச் சுரப்பி யின் வளர்ச்சி நீர்மத்துக்கு எதிராகச் செயல்படுகின்றன. வளர்ந்த விலங்குகளிலும் வளர்ச்சி நீர்மம் சுரக்கப்படுவதால், பால் நீர்மங்கள் அவைகளை எதிர்க்க வேண்டுமெனக் கருதப்படு கின்றது.

மனித நோயியலில் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட சுரப்பிகள் பழுதுறுவதால் தோன்றும் பல நோய்கள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. சான்றாக 'நீரிழிவு நோய்' கணையத்திலுள்ள இலேங்கர்கானின் திட்டுப்பகுதியமைப்பின் போதாமையால் மட்டுமன்றி மூளையடிச் சுரப்பி, சில போழ்து சிறுநீரக மீச் சுரப்பிப் புறணி ஆகியன பழுதுறுவதாலும் நேர்கின்றது. கேடய நீர்ம மிகை இயலில் விழிபிதுங்குதல் வழக்கமாகக் கேடயச் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம் மிகுதி யாகச் சுரக்கப்படுவதால் நேர்கின்றது.

இவ்வாறு, உயிரமைப்பின் பணிகளும், வளர்சிதைவும் தனித்த ஓர் நாளமில்லாச் சுரப்பியின் தன்னியக்கத் தன்மையால் அன்றி, நரம்பு மண்டலத்தின் கீழியங்கும் அனைத்துச் சுரப்பிகளின் இடைத் தொடர்புச் செயல் முறையால் வயப்படுத்தப்படு கின்றன. நடுநரம்பு மண்டலம் கட்டுப்பாட்டில் முதன்மைப் பங்கேற்றுப் புறச்சூழலின் செயலிகளின் செயல்களுக்கேற்ப உயிரமைப்புப் பணிகளையும், வளர்சிதைவையும் சரிப்படுத்திக் கொள்ள வழிகோலுகின்றது.

பகுதி XI

பால் சுரப்பிகளின் பணிகளும் இனப் பெருக்கமும்

FUNCTIONS OF THE SEX GLANDS AND REPRODUCTION

45. பால் சுரப்பிகளின் பணிகள்

(Functions of Sex Glands)

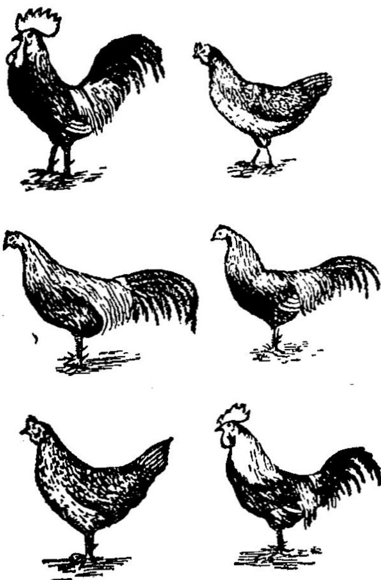
இனப்பெருக்க ஆற்றலழிவும், பால் சுரப்பிகளை மாற்றிப் பதிதலும்

(Castration and Transplantation of Sex Glands)

விலங்குகளைப் பெருக்கமடையச் செய்யவும், ஆடுமாடுகளைக் கொழுக்கச் செய்யவும் பயன்படுத்தப்பட்ட இனப் பெருக்க ஆற்றலழிவு, உயிரமைப்பின் மீது செலுத்தும் வயத்தன்மையைப் பற்றிப் பண்டைக்கால முதலே அறியப்பட்டிருந்தது. சென்ற நூற்றாண்டின் இடைக் காலத்தில்தான், விரை (Testes) கருவகம் (Ovary) ஆகியவைகளிலிருந்து குருதிக்குள் நுழைகின்ற சில பொருள்களாலேயே, பால் சுரப்பிகள், தேகக்கட்டு, மயிர் வளர்ச்சி, நடத்தை ஆகியவற்றைச் சிறப்பாக வயப்படுத்துவ தாகத் தெளிவாக்கப்பட்டது.

பால் சுரப்பிகள் நீக்கப்பட்டதால், பால் துணைப் பண்புகள் மாறிய விலங்குகளில் இச் சுரப்பிகளை மீண்டும் பதிப்பதால் அவை களுக்குரித்தான பால் துணைப் பண்புகள் பெருக்கமடைகின்றன. சான்றாக இனப்பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்ட கோழிக்குச் சேவலின் பால் சுரப்பிகளைப் பதித்தால், சேவலுக்குரிய கொண்டையும்

வாலும் கோழிக்கு வளர்கின்றன (படம் 178). ஆண்மையுற்ற கோழியின் நடத்தை சேவலை ஒத்துள்ளது (சண்டையிடும் தன்மையும், கோழிகளை விரட்டுதலும் ஆகியவை). மாறாக, இனப்பெருக்க ஆற்றலழிக்கப் பட்ட சேவலுக்குக் கோழியின் கருவகங்களைப் பதித்தால், இச் சேவல் கோழிக்குரிய தனிப் பண்புகளைப் பெறுகின்றது. இனப் பெருக்க ஆற்றலழிவுற்ற பாலூட்டிகளில் (Mammals) கருவகங்களைப் பதித்தால் அவை பெண்மைக்குரிய பண்புகளைப் பெறுகின்றன. (முலைச் சுரப்பிகள் வளர்ச்சியடைதல், தோலடிக் கொழுப்பு குறிப்பிட்ட இடங்களில் திரளுதல், மற்ற பெண்மைக்குரிய பண்புகள்). இவற்றிலிருந்து பால் சுரப்பிகளின் ஒரு நீர்மம் அல்லது பல நீர்மங்கள் குருதியள் சென்று, வளாசிதை மாற்றத்திலும், இயற்கையான பால் உறுப்புப் பண்புகள் உருவாதலிலும் (நரம்பு மண்டலம் வழியாக) செயல்படுவதாலேயே பால் துணைப் பண்புகள் உருவாகின்றன எனத் தெளிவாகின்றது.



படம் 178

இடப்பக்க வரிசை (மேலிருந்து கீழ்) சீரான சேவல், இனப்பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்ட சேவல், இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்டுக் கருவகங்களைப் பிரித்தபின் சேவல்.

வலப்பக்க வரிசை (மேலிருந்து கீழ்) சீரான கோழி, இனப்பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்ட கோழி, இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்டு விரைகளைப் பதித்தபின் கோழி.

[சாவடோவ்சுகி]

இரு பாலாரையும் பிரித்துக் காட்டுகின்ற அனைத்து இயற்கை உருவ அமைப்புப் பண்புகளும், பணிகளுக்குரிய தனிப் பண்புகளும், பால் துணைப் பண்புகளில் (Secondary Sexual Characters) அடங்கியவையாகும். (பால் முதன்மைப் பண்புகளான இனப் பெருக்க உறுப்புக்களுக்குரிய தனிப் பண்புகள் தவிர மற்றவை) மனிதர்க்குரிய சிறப்பான பால் துணைப் பண்புகளாவன: (அ) ஆண், பெண் எலும்புக் கூட்டமைப்பிற்குரிய தனித் தன்மைகள் (ஆ) ஆணுக்குரிய உயர்ந்த தசைக்கட்டு (இ) உடலில் மயிர் வளர்ச்சிக்கான பகுதிகளில் வேறுபாடு (ஈ) பெண்களில்

முலைச் சுரப்பிகள் வளர்ச்சியுறுதல் (உ) குரலில் வேறுபாடுகள் ஆகியவையாகும்.

பால் சுரப்பிகள், பால் முதன்மைப் பண்புகளுக்குரியவை. அவற்றின் வளர்ச்சியும் பால் சுரப்பிகளால் வயப்படுத்தப்படுகின்றன. பால் முதிர்ச்சிக்கு முன்னரே இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்ட ஆணின் ஆண்மைச் சுரப்பி (Prostate) கவுப்பரின் (Cowper's) சுரப்பி விந்துப்பை (Seminal Vesicles) ஆண்குறி (Penis) ஆகியவை குறைவளர்ச்சியுடையதாயுள்ளன. இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்ட பெண்ணின் கருப்பை, அல்குல், மகளிர்க்கந்து பார்தோலின் சுரப்பிகள் ஆகியவை குறைவளர்ச்சியுடையதாயுள்ளன. இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்ட விலங்குகளுக்குப் பால் சுரப்பிகளைப் பதிப்பதால், அல்லது அவைகளுக்குரிய நீர்மங்களை உட்செலுத்துவதால், குறை வளர்ச்சியுற்ற அதன் பாலுறுப்புகள் சீரான வளர்ச்சியடைகின்றன.

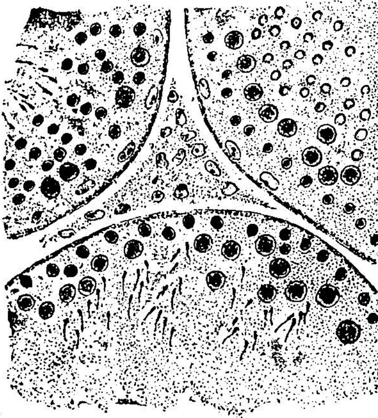
பால் பண்புகளைப் போல் நீர்மங்கள் வயப்படுத்தும் முறை பற்றித் தெளிவாக அறியப்படவில்லை; உயிரமைப்பின் மற்றச் செயல்முறைகளில் இந்நீர்மங்களின் வயம் பற்றி இன்னும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. பால் சுரப்பிகளை நீக்குவதால், பொது வளர்சிதை மாற்றம் சிறிது குறைந்து, குறிப்பிட்ட மாறுபாடுகளை விளைவிப்பதனால் வளர்சிதைவின் வகை மாறி, கொழுப்பு திரள்கின்றது. குருதியின் வேதித்தன்மை, தசை, நரம்பமைப்புகளில் இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்படுவதால் ஏற்படும் வயங்கள் பற்றியுள்ள புள்ளியியல்கள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுயுள்ளன. இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்படுவதால் தசைத் திறன் குறைவதாக உள்ள கொள்கை பழங்காலத்திலிருந்தே உழவுக்குரிய விலங்குகளை விரை நீக்கிப் பயன்படுத்தியதற்கான கொள்கைக்கு எதிராயுள்ளது. நாய்களில் இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்ட பின், உயர் நரம்பமைப்புச் செயல்முறைகள் உலைவுறுவதாக பெட்ரோவா காட்டியுள்ளார். தடை முறைகள் மெலிவதிலிருந்தும், குறித் தூண்டுகைகளுக்குக் குழப்பமான முறையில் செயல்படுவதிலிருந்தும் இவ்வுலைவுகளையறிய இயலும்.

ஆண் விந்தணு உருவாதலும் அதன் வளர்ச்சியும்

(Development of Male Sex Cells (Spermatozoa) and Formation of Sperm)

விரையிலுள்ள விந்து மெலி குழாய்களில் விந்தணுக்கள் உருவாகி, வளர்கின்றன (படம் 179). முதிர்ச்சியுறாத விரைகளில் பெரிய கருவினையுடைய உயிரணுக்களான, விந்து முதல்

அணுக்கள் (Spermatozoa) உள்ளன. பால் முதிர்ச்சியின் போது, இவ் வுயிரணுக்களிலிருந்து இடம் பெயரும் தன்மை யுள்ள விந்தணுக்கள் வளரத் தொடங்குகின்றன. இவற்றுடன் இடம் பெயரும் தன்மையற்ற செர்டோலியின்உயிரணுக்களும் (Sertoli cells) தோன்றுகின்றன. இவை விந்தணுக்களுக்கு உணவூட்டும் பணியுடையதெனக் கருதப்படுகின்றது.



படம் 179
எலியின் விந்து மெலி குழாயின் ஒரு பகுதித் தோற்றம்

விந்தணுக்களின் வால் பகுதியில் சுருங்கும் தன்மையுள்ள மூலகங்களுள்ளதாலும் சுற்றியுள்ள ஊடகத்திலுள்ள பல்வேறு பொருள்களால் தூண்டப்படுவதாலும் இவை பெற்றுள்ள இடம் பெயருந்தன்மை ஒரு சிறப்பான கூறுகும். விந்தணுக்களைச் சுற்றியுள்ள நீர்மையிலுள்ள மாவுப் பொருள்கள் (சான்ருக ஆண்மைச் சுரப்பியின் சுரத்தலிலுள்ள பிரக்டோசு) இதில் இன்றியமையாத பங்கேற்கின்றன. உயிரியமற்ற ஊடகங்களிலும் விந்தணுக்கள் இடம் பெயர்கின்றன. ஆண்மைச் சுரப்பியின் சுரப்பு விந்தணுக்களின் அசைவுகளைத் தூண்டுவதில் பெரும்பங்கேற்கின்றது. விரை நாளத்தின் வழியாக முன்னேறும் விந்தணுக்கள், கலவியேற்படும் வரையில் விந்து மெலி குழாய்களில் சேமிக்கப்படுகின்றன. விந்துப்பைகள் சுருங்கி, அதிலுள்ள நீர்மையைச் சிறுநீர்ப் புறவழியை நோக்கிச் செலுத்துகின்றன. இங்கு விந்துப்பை, ஆண்மைச் சுரப்பி ஆகியவைகளின் சுரப்புகள், சிறுநீர்ப் புறவழி (Urethra)யின் குழிவுப் பகுதியிலுள்ள கவுப்பர் சுரப்பிகளின் சுரப்புடன் கலக்கின்றன. ஆகையால் விந்து நீரில் மேற்கூறிய அனைத்துச் சுரப்புகளுடன், கணக்கற்ற விந்தணுக்கள் கலந்திருக்கின்றன. கலவியின் போது வெளிப்படும் 200 இலட்சம் விந்தணுக்களில் ஒன்றுதான் கருவணுவைக் கருவுறச் செய்கின்றது.

கருவணு ஒரே நேரத்தில் பல விந்தணுக்களால் கருவுறுவதாக அண்மையில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஆகையால் இனவழிப் பண்புகளில் பல மாறுபாடுகள் விளையலாம். பெண்ணின்

பாலுறுப்புகளின் திசுக்களில் பல விந்தணுக்கள் காணப்படுகின்றன.

ஆண் பால் சுரப்பிகள் கருமுளையின் வயிற்றறையில் வளர்ச்சியடைந்து குழவிப் பருவத்தின் பின் பகுதியில் விரைப்பையினுள் செல்கின்றன. இம்முறை விரைகளின் பணிகளுக்குத் தேவையான சூழ்நிலை மாற்றங்களுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது. விரைப்பையினுள் விரை இறங்கத் தவறினால் விந்தணுவாக்கம் நடைபெறுவதில்லை. (இது விரை மறைந்திருத்தல் எனப்படும்.)

விரைகள் வயிற்றறையிலேயே தங்கிவிடின் நிலையாக உயர்ந்த வெப்பத்தின் வயப்படுவதால் விந்தணு மெலி குழாய்களின் வளர்ச்சி தடைபடுகின்றன. விரைகளின் வெப்பநிலையையுயர்த்தினால், விந்தணுவாக்கம் தடைபடுவதாகத் தேர்ந்தாய்வுகள் காட்டுகின்றன. காய்ச்சல்களிலும் இந்நிகழ்வுகள் காணப்படுகின்றன.

மூளையடிச் சுரப்பியின் நீர்மங்கள் விந்தணுவாக்கத்தைக் (Spermatogenesis) கட்டுப்படுத்துகின்றன. இச்சுரப்பி நீக்கப்பட்டால், விந்தணுவாக்கம் குறைகின்றன; இவ் விலங்குகளுக்கு மூளையடிச் சுரப்பியின் பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்கள் கொடுக்கப்பட்டால் அவைகளில் விந்தணுவாக்கம் விரைவடைகின்றன.

மறுவினைகளால் விந்தணுவாக்க முறையில் ஓரளவு மாறுதல்கள் காணப்படினும், அதன்மீதுள்ள நரம்பு வயங்கள்பற்றித் தெளிவாக அறியப்படவில்லை. சூழ்நிலையின் வெப்ப, ஒளி மாறுபாட்டு நிலைகளில் விந்தணுவாக்கம் மாற்றமடைவதும் இத்தன்மையதே.

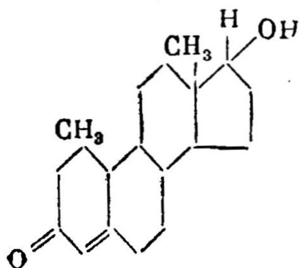
ஆண்பால் சுரப்பிகளின் அகச்சுரப்பு
(Internal Secretion of the Male Sex Glands)

விரைநீர்மம் (Testosterone): இவ்வாண்பால் நீர்மம், பாலுறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கும், பால் துணைப் பண்புகளின் வளர்ச்சிக்கும் சிறப்புத் தூண்டுகையாகும். வளரும் ஆணின் குருதியில், பால் முதிர்ச்சியின்போது தோன்றும் விரைநீர்மம் பாலுணர்வுக்கும், (புணர்ச்சி) கலவிக்குத் தேவையான நிமிர்வு ஏற்படவும் காரணமாகும்.

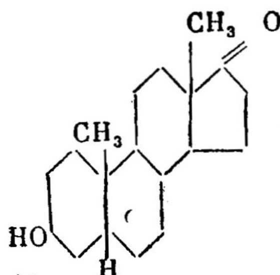
விரைநீர்மத்தின் சில வளர்சிதைப் பொருள்களும், அதையொத்த வேதிக் கூட்டுப் பொருள்களும், மேற்கூறிய விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இதனாலேயே ஆண்பால் துணைப் பண்புகள் வளர்வதைத் தூண்டும் தன்மையுடைய அனைத்துப் பொருள்

களும், ஆண்பால் நீர்மங்கள் (விரைநீர்மம் உட்பட) எனப் பொதுப் பெயர் பெற்றுள்ளன.

ஆண்பால் நீர்மத்தின் அளவு (Unit of Male Sexual Hormone) : இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்ட சேவல், எலிகள் ஆகியவற்றின்மீது **விரைநீர்மமும்,** மற்ற ஆண்மை நீர்மங்களும் செயல்படும் திறனைக் கொண்டு, அவற்றின் அடர்வுகளை யறியலாம். சேவலின் கொண்டை வளர்வதையே சிறப்பான குறியாகக் கொள்ளவேண்டும். 4 நாள்கள் உட்செலுத்துவதால் சேவலின் கொண்டையை 15 விழுக்காடு வளரச் செய்யத் தேவையான குறைந்த அளவினை ஆண்பால் நீர்மத்தின் யூனிட் (சேவலின் யூனிட்) எனக் கொள்ளலாம். சுண்டெலிகளில் விந்துப்பைகளின் வளர்ச்சியை இந் நீர்மங்கள் தூண்டும் திறனையே சிறப்பான குறியாகக் கொள்ள வேண்டும்.



Testosterone
விரை நீர்மம்



Androsterone
ஆண்மை நீர்மம்

ஆண்பால் நீர்மத்தின் அமைப்பும், தன்மை மாற்றங்களும் (Structure and Transformations of the Male Sex Hormone) : அமைப்பில் **ஆண்பால்** நீர்மங்கள், **பெண்பால்** நீர்மங்களை ஒத்துள்ளன. சிறுநீரில் வெளியேறும் குறைந்த செயல் திறனுள்ள ஆண்மை நீர்மம், விரை நீர்மத்துடன் தொடர்புடையதே. விரைகளிலிருந்து தோன்றும் விரைநீர்மம், உயிரமைப்பில் இடையருமல் ஆண்மை நீர்மமாக மாற்றப்படுகின்றது. மனிதர்களிலும், மனிதக் குரங்குகளிலும் பெருமளவு விரைநீர்மத்தை உட்செலுத்தினுல் சிறுநீரில் வெளியேறும் ஆண்மை நீர்மத்தின் அளவும் உயர்கின்றது. விரைநீர்மத்தைச் செயலறச் செய்வதில் கல்லீரல் பெரும்பங்கேற்கின்றது. B-ஊட்டச் சத்துக் குறைவில் ஆண்மை நீர்மங்களைச் செயலறச் செய்வதில் கல்லீரலின் திறன் குறைகின்றது.

ஆண்பால் நீர்மங்கள் உருவாகுமிடம் (Site of male sex hormone formation) : விரைநீர்மமும், சிறுநீரில் வெளியேறும் அதன்

வளர்சிதைப் பொருளான ஆண்மை நீர்மமும் விரைகளால் உருவாக்கப்படுகின்றன. இலேடிக் திசுவிடை உயிரணுக்கள் (Leydig's interstitial cells) இந் நீர்மங்களைச் சுரக்கின்றன. இது பலவகைகளில் தெளிவாகியுள்ளது. சான்றாக விரை மறைந்திருக்கும்பொழுது, விந்து மெலி குழாய்கள் குறைவளர்ச்சியுற்றதாயிருப்பினும் இத்திசுவிடை உயிரணுக்கள் சீரான வளர்ச்சியுடன் காணப்படுகின்றன. துணைச் சுரப்பிகளும், பால்துணைப் பண்புகளும்கூடச் சீரான வளர்ச்சியுற்றிருக்கின்றன. இதனால் ஆண்மை நீர்மங்கள் போதுமான அளவு உருவாகிறதெனத் தெளிவாகின்றது.

ஃபினைல் கைட்ரசின் (Phenylhydrazine) சோதனையைப் பயன்படுத்திச் செய்த நுண்திசு வேதியியல் (Histochemical) தேர்ந்தாய்வுகளால், இத்திசுவிடை உயிரணுக்களே விரைநீர்மத்தைச் சுரப்பதாக நிறுவப்பட்டுள்ளது. ஆற்றல் மிக்க ஆண்மை நீர்மங்கள் சிறுநீரக மீச்சுரப்பிப் புறணியிலும் உருவாகின்றன.

ஆண்பால் நீர்மங்களின் இன்றியமையாமை (Significance of the male sex hormone): அனைத்து ஆண்பால் பண்புகளின் வளர்ச்சியும் ஆண்பால் நீர்மத்தினால் வயப்படுத்தப்படுகிறது (மயிர் பரவியுள்ள தன்மை, ஆண்மைக்குரிய எலும்புக் கூட்டமைப்பும், கொழுப்புத் திரள்வும், குரலின் தன்மை, ஆண்குறி, விந்துப்பை, ஆண்மைச் சுரப்பி ஆகியவற்றின் வளர்ச்சி.)

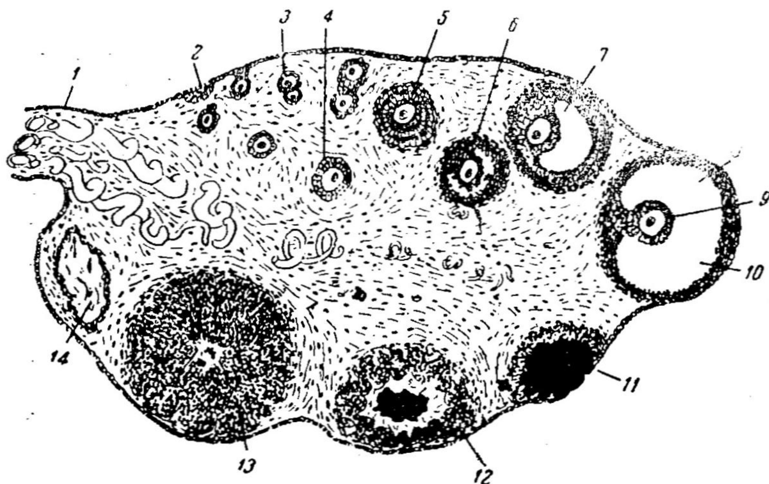
உயிரமைப்பில் நடுநரம்பு மண்டல உயர் பிரிவுகளின், சிறப்பாகப் பெருமூளைப் புறணியின் செயல்முறைகளுடன் ஆண்பால் நீர்மத்தின் செயல்முறை தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றது. ஆண்பால் நீர்மச் சுரத்தல், நடுநரம்பு மண்டலத்தில் செயல் புரிந்து பாலுணர்வுக் கிளர்நிலையை ஏற்படுத்துகின்றது. இக் கிளர் நிலையுடன் ஒத்துவரும் பல்வேறு செயலிகள், பால் உணர்வுடனும், நடத்தையுடனும் தொடர்புகொண்ட பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகளை உருவாக்கும் தூண்டுகைகளாகின்றன. ஆணின் இனப்பெருக்கப் பணிகளை உருவாக்குவதில் இப்பழக்கப் படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் இன்றியமையாத பங்கேற்கின்றன. பால் முதிர்ச்சிக்குப் பின்னர், இனப்பெருக்க ஆற்றலழிக்கப் பட்டால், நீண்ட காலம் கலவித் திறன் நிலைநிறுத்தப்படுவதிலிருந்து இது தெளிவாகின்றது.

கருவகங்களின் இயங்கியல்
(Physiology of the Ovaries)

பூப்பிலிருந்து, இனப் பெருக்கப்பணி நிற்கும் காலம் வரை, கருவகங்களில் இயற்கை உருவ, பணிமாற்றங்கள் சுற்றுகளாகத்

தொடர்கின்றன. இச் சுற்று மாற்றங்களை, மற்றப் பல மாறுதல்களுடன் இணைத்துப் பால்சுற்றுகள் என அழைக்கின்றனர்.

இச்சுற்றின் முதன்மையான வெளிக் குறியாகத் 'தீட்டு' இருப்பதால், மனித இனத்தில் தீட்டுச்சுற்று (Menstrual cycle) என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளது. கருப்பையிலும், மற்ற உறுப்புகளிலும் சிக்கலான மாறுபாடுகளை விளைவிப்பதால், இத்தீட்டுச் சுற்று, விலங்குகளில் தோன்றும் பாலுணர்வுச் (Oestrous) சுற்றிலிருந்து வேறுபடுகின்றது.



படம் 180

சீமைப் பன்றியின் கருவகத்தின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

1. குருதிக்குழாய்கள் 2-6. வெவ்வேறு நிலைகளில் முதிர்ச்சியடைந்துள்ள தொடக்கக் கருக்கூடுகள் 7. முதிரும் கருக்கூடு 8. முதிர்நத கருக்கூடு 9. கூடுறையால் சூழப்பட்ட கருவணு 10. முதிர்ந்த கருக்கூட்டின் அறை 11, 12. மஞ்சள்கூடுகள் 13, 14. முதிராமல் மறைநத கருக்கூடுகள்.

இளம் பெண்ணின் கருவகங்கள், கருவினுக்குரிய மேலிழைமத்தால் (Germinal epithelium) மூடப்பட்டு அகணி, புறணி ஆகிய இரு பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. முதிர்ச்சியின் பல்வேறு நிலைகளையடைந்துள்ள பல கருக்கூடுகள் புறணிப்பகுதியிலுள்ளன (படம் 180). இவற்றில் பெருமளவு கூடுகள் கூடுறை மேலிழமைத்தால் சூழப்பட்ட முன் கருவணுவைக் (Ovocyte) கொண்ட தொடக்கக் கருக்கூடுகளாக (Primordial Follicle) உள்ளன. இக்கூடுகள் முதிரும்பொழுது, உள்ளேயிருக்கும் முன் கருவணுவும் வளர்கின்றது. கூடுறை உயிரணுக்களும் பெருகி, ஒரு கூடுறைத்

தொலியாக (Follicular membrane or granulosa) மாறுகின்றது. தொடக்கக் கருக்கூட்டைச் சூழ்ந்துள்ள இணைப்புத்திசு மிகுதியான குருதியூட்டம் பெற்று உள், வெளி அடுக்குகளாகப் பிரிந்த ஓர் இணைப்புத் திசுத் தொலியை உருவாக்குகின்றன. இம் முதிர்ந்த கூடு, நீர்மையால் நிரப்பப்பட்டுக் கருவகத்தின் மேற் பரப்பில் வயிற்றறையை நோக்கி நீட்டிக்கொண்டிருக்கின்றது.

முதிர்ந்த கருக்கூட்டினுள் (Graafian Follicle) இருக்கின்ற கருவணு, கருவினுக்குரிய உயிரணுக்களால் சூழப்பட்டிருக்கின்றது. கூடு வெடித்தவுடன், இவ்வுயிரணுக்கள் சூழ்ந்த கருவணு வயிற்றறைக்குள் வெளியேறுகின்றது.

கூடு முதிர்ந்து, வெடித்துக் கருவணு வயிற்றறைக்குள் வெளியேறும் நிகழ்வைக் கருவணு வெளிப்படல் (Ovulation) எனப்படுகின்றது. கருக்கூட்டின் நீர்மையிலுள்ள புரதச்சிதைவு நொதிகள் கூடுறையின் மீது செயல்படுவதாலும், இணைப்புத் திசுத் தொலையிலுள்ள குருதிக் குழாய்கள் விரிந்து, ஊடுருவல் தன்மை மிகுதியாவதாலும், கூட்டினுள் நீர்மையின் அழுத்தம் உயர்வதாலும், கருக்கூடு வெடிக்கின்றது. வயிற்றறைக்குள் வெளியேறிய கருவணு, கருப்பைக் குழாயை நோக்கிச் சென்று, அதனுள் நுழைகின்றது. கருவணு வெளியேறியபின் எஞ்சியுள்ள கருக்கூட்டின் பகுதிகள், தற்காலிக அகச் சுரப்பியாகப் பணியாற்றும் மஞ்சள்கூடாக (Corpus luteum) மாறுகின்றது.

மஞ்சள்கூடு முதிர்ச்சியடையும்பொழுது 4 நிலைகளைக் கடக்கின்றது: (அ) வளர்ச்சி நிலை: முதிர்ந்து வெடித்த கூட்டினுள் குருதி கசிவதும், மேலிழைமத் தொலி பெருக்கமடைவதும்; (ஆ) சுரப்பியாக மாறுதல்: குருதிக்கட்டி மீண்டும் குருதிக் குழாய்களைப் பெறுவதும், மேலிழைம உயிரணுக்கள், மஞ்சள் குருணைகளால் நிரப்பப்படுதலும்; (இ) உச்ச முதிர்ச்சி நிலை: நீர்மத்தை உருவாக்கும் பணியாற்றுதல்; (ஈ) சிதைவு நிலை: இணைப்புத் திசுத் தொலிகளும், மஞ்சள் உயிரணுக்களும் சிதைதல்.

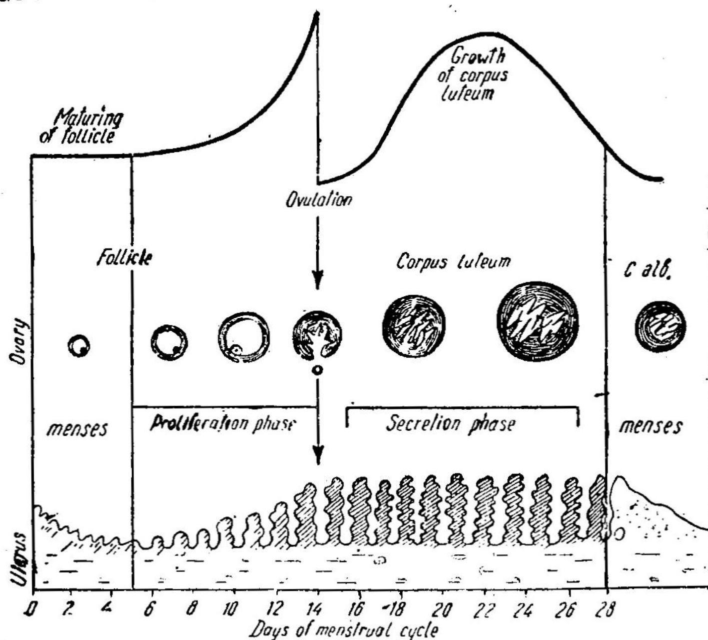
மஞ்சள்கூடு சிதைந்து உருவாகும் வடு, நாளடைவில் (ஏறக்குறைய 5 ஆண்டுகளில்) மெல்ல மறைகின்றது.

கருப்பைக் குழாயினுள் செல்லும் கருவணு, கருவுறாவிடில், மஞ்சள்கூடு 14—18 நாட்களுக்குமேல் நாளமில்லாச் சுரப்பியாகப் பணியாற்ற இயலாது. மாறாகக் கருவணு கருவுற்றால், இம் மஞ்சள்கூடு பெரிதாக வளர்ந்து பல மாதங்கள் தொடர்ந்து பணியாற்ற இயலும்.

சில கருக்கூடுகள் முதிர்ச்சியடையாமல் பல்வேறு நிலைகளில் சிதைவுறுகின்றன. இது பூப்பிற்கு முன்பிருந்து, பால் முதிர்ச்சிப்

பருவத்திலும், கர்ப்பத்திலும் தொடர்ச்சியாக நடைபெறு கின்றது. வயதாகும்பொழுது, கருக்கூடு முதிர்தலும், கருவணு வெளியேறுதலும் மெல்ல மறைகின்றன.

திட்டு (Menstruation) : ஒவ்வோர் தீட்டுக்கும், 13—15 நாள்கள் முன்னரே கருவணு வெளிப்படுகின்றது. 28 நாட்கள் கொண்ட தீட்டுச் சுற்றில் நடுப்பருவத்தில் கருவணு வெளியேறுகின்றது. தீட்டிடைப் பருவத்தின் முன்பகுதியில் கருக்கூடு முதிர்கின்றது; பின்பகுதியில் மஞ்சள்கூடு உருவாகி, வளர்ந்து கருவுருவிடில் இறுதியில் சிதைகின்றது. (படம் 181)



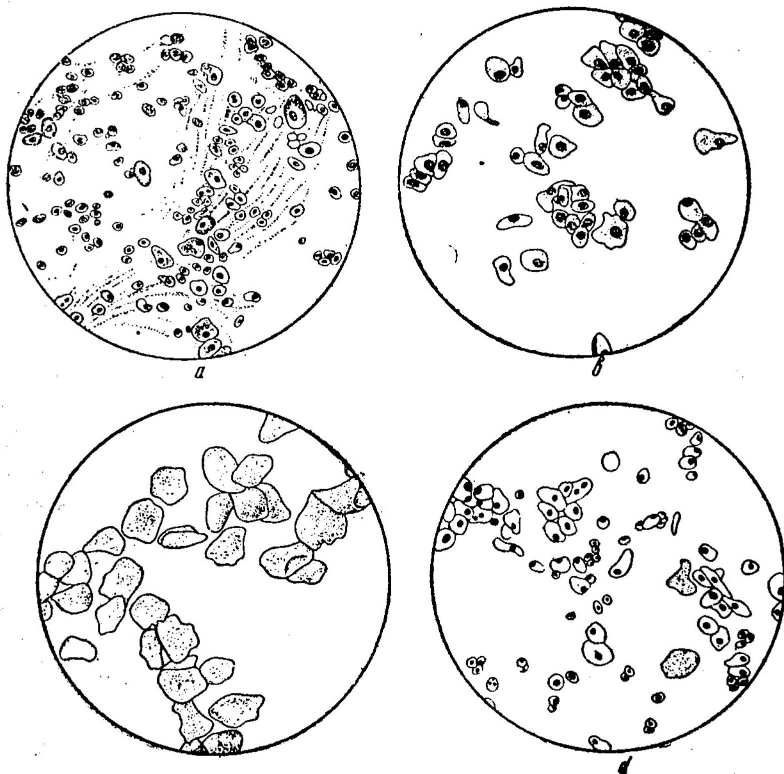
படம் 181

திட்டுச்சுற்றின்போது, கருப்பை, கருவகங்களில் விளையும் மாறுதல்கள்.

கருவகங்களில் நடைபெறும் இச்சுற்று நிகழ்வுகளுடன், கருப்பையின் உட்படலமும் (Endometrium) மாற்றங்களை யடைகின்றது. தீட்டுக்குப்பின், உட்படலம் மெலிந்து குறைந்த அளவு குருதியூட்டம் பெற்றுள்ளது. கருக்கூடு முதிரும்பொழுது, சளிப்படலம் வளர்ந்து தடிப்பதுடன் அதன் சுரப்பிகளும் நீண்டு வளர்கின்றன. இது 'திசுப்பெருக்கப் பருவம்' (Proliferation phase) எனப்படும். கருவணு வெளிப்பட்ட பின்னர், உட்படலச் சுரப்பிகள் பெரிதாகிச் சுரக்கத் தொடங்குகின்றன. அதே

போழ்து சுரப்பிகளின் நாளங்கள் சுருள்கின்றன. இது 'சுரக்கும் பருவம்' (Secretion phase) எனப்படும் (ஏறக்குறைய தீட்டுக்கு 10—12 நாட்கள் முன்னர்).

கருவகத்தில் நிகழும் சுற்றுமாற்றங்களை முதன்மையாகக் கொண்ட பல மாறுபாடுகள் கருப்பைச் சளிப்படலத்திலிருந்து குருதி வெளியேறுவதுடன், அஃதாவது தீட்டுடன் முடிவடைகின்றன. சளியும் பெருமளவு தீட்டுறு நீர்மங்களும் கொண்ட உறைய இயலாத குருதி தீட்டின்போது 50—200 மி.லி. வெளியேறுகின்றது. கருவணு வெளிப்படாமலும், தீட்டு ஏற்பட இயலும். சான்றாக முதல் சில தீட்டுகளின்போதும், ஈன்றபின் முலைப்பாலூட்டும் நாள்களின் தொடக்கத்தில் சில தீட்டுகளின் போதும் கருவணு வெளிப்படுவதில்லை.



படம் 182

சுண்டெலிகளில் பாலுணர்வுச் சுற்றின்போது அல்குல் கரைகளின் உருப் பெருக்கப்பட்ட தோற்றங்கள்.

திட்டு தொடங்குவதற்குக் கருவணு நீர்மங்கள் குருதிக்குள் செல்வது இன்றியமையாததாகும்.

திட்டுப் பருவத்தில், கேடயச் சுரப்பி பெரிதாகி, கேடய நீர்மம் மிகுதியாகக் குருதிக்குள் செல்வதால், நரம்பு மண்டலத்தில் மாற்றங்களும் வளர்சிதைவில் சில மாறுபாடுகளும், நாடித் துடிப்பு, இதயத்தின் கொள்ளளவு ஆகியவற்றில் மாறுதல்களும் தோன்றுகின்றன.

பாலுணர்வுச் சுற்று (The oestrus cycle and heat): எலிகளிலும், சுண்டெலிகளிலும் இச்சுற்றுகளின்போது நிகழும் அனைத்து மாறுபாடுகளும், குருதி, சிறுநீர், உள்ளூறுப்புகள் ஆகியவற்றில் நீர்மங்களைக் காணும் திட்டமான அளவுகளாக உள்ளன. 4-5 நாட்களுக்கொருமுறை இலயமாகத் தொடர்ந்து நிகழும் இச்சுற்றுகளின்போது எடுக்கப்படும் அல்குல் கறை சிறப்பான மாறுபாடுகளைக் காட்டுகின்றது (படம் 182).

1. பாலுணர்விலா நிலை (Dioestrus) 54-60 மணிவரை	கருப்பையும் கருக்கூடும் சிறியதாகவும், கருப்பையில் குருதி குறைந்தும் இருக்கும். அல்குல் மேலிழைமம் மெல்லியதாகும்.
2. பாலுணர்வு முன்நிலை (Praeoestrus) 12 மணி நேரம்	இந் நிலையில் கருவகம் முதிர்ந்த கருக்கூட்டினையும், கருப்பை பெருத்தும், அல்குல் மேலிழைமம் வளர்ந்தும் காணப்படும்.
3. பாலுணர்வு நிலை (Oestrus) 24-30 மணி நேரம்வரை	கிராப்பியன் கருக்கூடுகள் உடையும். கருப்பை சளிச்சவ்வு உயர்ந்த அளவு வளர்ந்திருக்கும் அல்குலில் ஓரடிக்குக் கடினமான உயிரணுக்கள் படியும். பெண் விலங்கு ஆண் தன்னை நெருங்க அனுமதிக்கும்.
4. பாலுணர்வு பின்நிலை (Metaoestrus) 6 மணி நேரம் வரை	கருவகத்தில் மஞ்சள் கூட்டைக் காணலாம். கருப்பை, அல்குல் ஆகியவற்றின் மேலிழைமம் மெலிவடையும்.

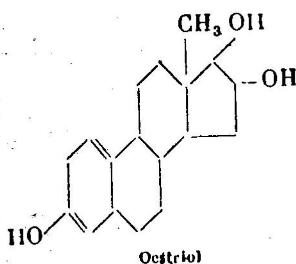
விலங்குகளில் இச்சுற்றுகளின்போது உருவாகும் மஞ்சள் கூடுகள், கலவிக்கு முன்னர் பணிபுரிவதில்லை; கலவிக்குப் பின் கருவுருவிடினும், மஞ்சள்கூடுகள் பணிபுரியத் தொடங்கிப் புனைச் சூலினை விளைவிக்கின்றது. இது ஒரு மறுவினை நுட்ப முறை

யாகும். எலி, சுண்டெலிகள் ஆகியவற்றின் கருப்பைக் கழுத்துப் பகுதியை மின் வலி, இயக்கத் தூண்டுகைகளுக்குட்படுத்துவதால் புனைச்சூல் உருவாகின்றது.

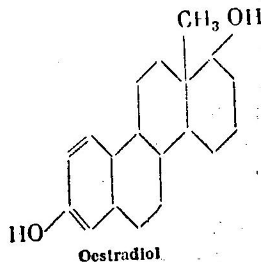
பல பாலுண்ணிகளில் (மாடுகள் நாய்கள் மற்றும் பிற) பாலுணர்வு சுற்று கருக்கூடு வளரும் வளர்ச்சி பருவத்தையும் மஞ்சள்கூடு வளர்ச்சியடையும் காலத்திற்கு ஒத்த சுரப்புப் பருவத்தையும் உடைத்தாயிருக்கின்றது. பாலுண்ணிகளில் கருவணு வெளிப்படுதல் கனல் பருவத்தில் நிகழ்கிறது (Period of heat). ஆகவேதான் இவற்றில் கனல் பருவமும் தீட்டுப் பருவமும் வேறுபடுகிறது. கனல் பருவம் கருவணு வெளிப்படுதலுக்கும், தீட்டுப் பருவம் சுற்று முடிவுற்று மஞ்சள்கூடு மறையும் பருவத்திற்கும் ஒத்ததாகும்.

கருவக நீர்மங்கள்
(Ovarian Hormones)

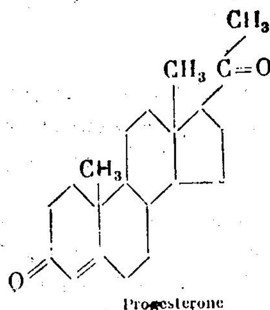
கருவகங்களில் உருவாகும் நீர்மம் குருதியுள் நுழைவதாலேயே, பெண்ணின் பாலுறுப்புகளும், பால் துணைப் பண்பு



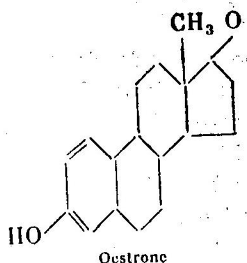
Oestriol



Oestradiol



Progesterone



Oestrone

களும் முதிரத் தொடங்குகின்றன. மற்றப் பால் நீர்மங்களைப் போலவே, பெண்பால் நீர்மமும், இசுடீரோன் குழுவைச் சேர்ந்ததே. பாலுணர்வு ஏற்படுத்தும் தன்மையால், இந் நீர்மம் தீட்டுறு நீர்மம் என அழைக்கப்படுகின்றது. கருவகத்தின் கருக் கூடுகள் இந்நீர்மத்தை ஆற்றல் மிக்கதாகச் சுரக்கின்றன. இந் நீர்மம் திசுக்களில் ஓரளவு ஆற்றலை இழக்கின்றது. கருவகமன்றி. நச்சுக் கொடியும் இந் நீர்மத்தைச் சுரக்கும் தன்மை பெற்றுள்ள தால், சூலுற்ற பெண்களின் சிறுநீரில் இந் நீர்மம் மிகுதியா யுள்ளது. கருவணு வெளிப்படுதல், தீட்டு, ஈனுதல் ஆகியவற் றிற்கு முன்னர், சிறுநீரில் தீட்டுறு நீர்மங்களின் அளவு மிகுதி யாகின்றது.

கருவணு வெளிப்படுமுன் கூட்டு நீர்மையிலும், தீட்டின் போது வெளியேறும் குருதியிலும் தீட்டுறு நீர்மங்களின் அடர்த்தி மிகுதியாயுள்ளது.

தீட்டுறு நீர்மங்களின் செயல்முறை (Action of oestrogens) : வழக்கமாகப் பெண்ணின் உடலில் தீட்டுறு நீர்மங்களைச் செலுத்து வதால் குறிப்பிடும் மாறுதல்கள் விளைவதில்லை. ஆனால் கருவகங்கள் நீக்கப்பட்ட பின்னர், தீட்டுறு நீர்மத்துடன் கருவுறு நீர்மத்தையும் உடலுள் செலுத்தினால், இழந்த பால்சுற்று மீண்டும் தோன்றுவதுடன் இனப்பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்ட தால் தோன்றிய குறிகளும் மறைகின்றன. குறைப் பால் முதிர்ச்சியின் விளைவுகளையும், இந் நீர்மத்தை உட்செலுத்தித் தடுக்க இயலும். பெண் நோய் இயலிலும் இந் நீர்மங்கள் பெருமளவு பயன்படுகிறது.

ஆண்களுக்கு மீண்டும் மீண்டும் பெருமளவு தீட்டுறு நீர்மங்களை உட்செலுத்துவதால் அவர்கள் பெண்மையுற நேரு கின்றது. இனப் பெருக்க ஆற்றழிக்கப்பட்ட ஆண்களில், இந் நீர்மங்கள் குறைந்த அளவில் உட்செலுத்தப்படினும் பெண்மையுற ஏதுவாகின்றது.

மஞ்சள்கூட்டின் நீர்மம் (Hormone of the corpus luteum) : பால் சுற்றின் சுரக்கும் பருவத்தில் கருப்பைச் சளிப்படலத்தில் மாறுபாடுகள் விளைவதாலும், சூலுற்றிருக்கும்போது கருவணு வெளிப்படாமல், முலைச் சுரப்பிகள் வளர்வதாலும், மஞ்சள்கூடு சுரக்கும் பணியைக் கொண்டுள்ளது எனக் கருத ஏதுவாகின்றது. மஞ்சள்கூட்டின் நீர்மம் தனித்துப் பிரிக்கப்பட்டுக் கருவுறு நீர்மம் (Progesterone) என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளது. வேதியியல் தன்மை யில் இந் நீர்மமும் இசுடீரோன் குழுவைச் சேர்ந்ததே.

சூலுற்ற 4-வது மாதத்திலிருந்து நச்சுக்கொடி, (Placenta) இந் நீர்மம் சுரக்கும் பணியை யேற்பதால் மஞ்சள்கூடு சுருங்கத் தொடங்குகின்றது. இதனுல் 4 மாதங்களுக்குப் பின் இரு கருவகங்களும் நீக்கப்படினும் சூல் தடையின்றித் தொடரு கின்றது. முயல்களில் நச்சுக்கொடி இந் நீர்மத்தைச் சுரக்காமல், மஞ்சள்கூடு சூலின் இறுதிவரை சுரக்க வேண்டியுள்ளதால், இதை நீக்கினுல் சூல் தடைபடுகின்றது.

கருவுறு நீர்மம் கருவுற்ற கருவணுவை வளரச் செய்வதுடன், சூல் முதிர்வதையும் தூண்டுகின்றது. கருப்பைச் சளிப்படலத் தில் கருவுற்ற கருவணு ஒட்டும்படி செய்வதுடன், சளிப் படலத்தைக் கருச்சவ்வாக மாற்றுவதற்கும் இந் நீர்மம் பயன் படுகின்றது.

துணைத் தலைமப் பகுதியிலுள்ள நரம்பு மையங்களின்மூலம் நரம்பு மண்டலத்தையும், மூளையடிச் சுரப்பி, பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்களைச் சுரப்பதையும் கருவுறு நீர்மம் வயப்படுத்துகின்றது; கருப்பைத் தசை மூலகங்களின் கிளர் நிலையைக் குறைப்பதுடன், மற்ற நீர்மங்களுடன் இணைந்து முலைச்சுரப்பிகள் பெருக்கமடைய வும் தூண்டுகின்றது. மஞ்சள்கூட்டின் நீர்மம் கருவணு வெளிப் படுதலைத் தடை செய்து, கருப்பைக் குழல் வழியாகக் கருவணு செல்லத் தூண்டி, அது கருப்பைச் சுவரில் நன்முக ஒட்டிக் கொள்ளும்வரை அதன் ஊட்டத்தையும் பாதுகாக்கின்றது. வேதி முறையில் உருவாக்கப்பட்ட இந்நீர்மத்தில் 1 மி.கி. முயலின் கருப்பை உட்படலத்தில் 5 நாள்கள்வரை சுரத்தலை விளைவிக் கின்றது. இந் நீர்மம் நேரடியாகக் கருப்பைச் சளிப்படலத்தில் செயல்படவும் இயலும்.

பால் சுரப்பிகளின் செயல்களைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள்
(Mechanisms Regulating the Activity of the Sex Glands)

பால் சுரப்பிகளின் செயல்களைப்பற்றிய நுட்ப முறையானது நடுநரம்பு மண்டல உயர்பகுதியின்மூலம் மூளையடிச் சுரப்பியின் நீர்மம் உருவாக்கும் பணியினை வயப்படுத்தும் கூட்டு நரம் பமைப்பைப் பொறுத்திருக்கின்றது.

பெருமூளைப் புறணியால் வயப்படுத்தப்படும் இடைமூளை நரம்புக் கருக்களுக்கும், மூளையடிச் சுரப்பிக்குமிடையில் கணக் கற்ற நரம்பு இணைப்புகள் இருப்பதாக நிறுவப்பட்டுள்ளது. அத்துடன் கழுத்துப் பரிவு நரம்பும் மூளையடிச் சுரப்பிக்கு நரம்பூட்டுகின்றது. தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தின் பல்வேறு

வெளிச்செல் பாதைகளின்மூலம், மூளையடிச் சுரப்பியில் பாலுறுப்பு களின் வளர்ச்சிப் பணியில் நரம்புத் தூண்டலைகள் செயல்படு கின்றன. சான்ருக ஆண், பெண் பால் சுரப்பிகளின் பணியை மீச்சுரப்பி நீர்மம் தடை செய்கின்றது. பால் சுரப்பிகளின்மீது மூளையடிச் சுரப்பியின் வயத்தை நடுநரம்பு மண்டலம் கட்டுப் படுத்துவதன் இன்றியமையாமை நன்கு நிறுவப்பட்டுள்ளது.

பெரும்பான்மையான பாலுண்ணிகளில் கலவியேற்படாத வரையில், முதிர்ந்த கருக்கூடுகள் செயலற்றதாயுள்ளன. முயல் களில் கலவிக்குப்பின் 10—12 மணி நேரத்திலும், பூனைகளில் 40-50 மணி நேரத்திலும் கருக்கூடுகள் வெடிக்கின்றன.

முயல்களில் அல்குல் பகுதியை உணர்விழக்கச் செய்த பின்னரும், கலவியால் கருவணு வெளிப்பட இயலும். ஆகையால் அல்குல் பகுதியின் ஏற்பிகளிலிருந்து மட்டுமன்றி, மற்றும் பல ஏற்பிகளிலிருந்து தோன்றும் மறுவினை வயங்களும் இச் செயல் களுக்குக் காரணமெனத் தெளிவாகின்றது. கலவியுடன் தொடர்புடைய நரம்புக் கிளர் நிலையுடன், வேறு பல வயங்களும் கருவணு வெளிப்படுதலை விளைவிக்கக் காரணமாகின்றது.

கருவகம் பெருமளவு நரம்பூட்டப்பட்டிருப்பதாக நிறுவப் படினும், முயலில் கருவகத்தின் நரம்பூட்டம் துண்டிக்கப்பட்டுக் கண்ணின் முன்னறையில் பொருத்தப்பட்ட பின்னரும் அதே மாறுபாடுகள் நிகழ்ந்ததால், இந் நரம்பூட்டத்தின் இன்றியமை யாமை மறுக்கப்பட்டது.

எவ்வாருயினும், பிகோவ் தலைமையிலுள்ள ஆய்வுக்கூடங் களிலும், மற்றும் பல உடலியங்கியல் ஆய்வுக்கூடங்களிலும் நிகழ்த்திய அண்மைக் காலத் தேர்ந்தாய்வுகளால், பாலுறுப்புக் களின் ஏற்பிகளிலிருந்து செல்லும் தூண்டுதல்கள் பல்வேறு உடலியங்கியல் பணிகளை வயப்படுத்துவதாகக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. பெண்ணின் பாலுறுப்புகள் உறுப்பிடைத் தொடர்புகள் கொண்டுள்ளன. இப்படிக் கருப்பைச் சுவர்களி லும், அதன் இணைப்புத்திசு நார்களிலும் உள்ள இயக்க, அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளைத் தூண்டுவதால் சேய்மையிலுள்ள உறுப்பு களில் மாறுபாடுகள் விளைகின்றன.

கருப்பைக் குருதிக் குழாய்களிலுள்ள வேதி ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதால் குருதி அழுத்தத்திலும், உயிர்த்தலிலும் மாறு பாடுகள் நிகழ்கின்றன. சூலுற்ற நிலையில் இவ் வேற்பிகள் வேதித் தூண்டுகைகளுக்கு மிகுதியான கூருணர்ச்சியைப் பெறுகின்றன. கருப்பை, கருவகங்கள், அல்குல் (Vagina) ஆகிய பகுதிகளில் வேதி ஏற்பிகளும், வெப்ப ஏற்பிகளும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. பால்

நீர்மங்களின் அடர்வுக் கேற்றவாறு, கருப்பையில் இவ்வணைத்து ஏற்பிகளின் கூருணர்ச்சியும் மாறுபடுகின்றன. குருதி அழுத்தத்திலும், உயிர்த்தலிலும் மாறுபாடுகளை நிகழ்த்தும் இயக்க வேற்பிகள் விரைகளிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

பாலுறுப்புப் பணிகளின்மீதுள்ள ஒளியின் தூண்டும் தன்மை, மூளையடிச் சுரப்பியை நீக்கியபின் மறைந்துவிடுகின்றது. மூளையடிச் சுரப்பி நீக்கப்பட்ட முயல்களில் கலவியைத் தொடர்ந்து கருவணு வெளிப்படுவதில்லை. இச்சுரப்பி நீக்கப்பட்ட எலிகளில் கருப்பைக் கழுத்தினைத் தூண்டுவதால் புனைச் சூல் விளைய இயலாது. இவ்வாறு புறச் சூழ்நிலையானது நடுநரம்பு மண்டலத்தின்மூலம், பால் சுரப்பிகளின் பணியை வயப்படுத்துகின்றது; நடுநரம்பு மண்டலத்தின் தூண்டலைகள் மூளையடிச் சுரப்பிக்குச் சென்று, பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்களைச் சுரக்கச் செய்வதால், பால் சுரப்பிகளின்மீது செயல்படுகின்றன.

பால் சுரப்பிகள் மூளையடிச் சுரப்பியைத் தழுவியுள்ளமை (Dependence of the Sex Glands on the Hypophysis) : பல நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைக் குறிப்பாகப் பால் சுரப்பிகளைத் தூண்டும் பல நீர்மங்களை மூளையடிச் சுரப்பி வெளியிடுவது முன்னரே கூறப்பட்டுள்ளது. பால் சுரப்பிகளின்மீது மூளையடிச் சுரப்பியின் வயம் குறிப்பிடுமளவு வலுவாயுள்ளது. பால் சுரப்பிகளைப் போன்று, மூளையடிச் சுரப்பியை நீக்குவதாலும், இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்டமைக்குரிய அறிகுறிகள் தோன்றுகின்றன. பால் முதிர்ச்சியடையாத விலங்குகளுக்கு, மூளையடிச் சுரப்பியின் முன் மடலிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட பிழிதலைக் கொடுத்தால் விரைவில் அவற்றின் பாலுறுப்புகளும், பால் துணைப் பண்புகளும் முதிர்ச்சியடைகின்றன. பால் சுரப்பிகள் நீக்கப்பட்ட விலங்குகளில் இனப் பெருக்க ஆற்றலழிக்கப்பட்டதால் ஏற்படும் விளைவுகளை மூளையடிச் சுரப்பியின் பிழிதல் நீக்க இயலுவதில்லை. இதிலிருந்து மூளையடிச் சுரப்பியின் நீர்மங்கள் பால் சுரப்பிகளை வயப்படுத்துவதாலேயே அதன் செயல்முறைகளை முடிவு செய்கின்றன எனத் தெளிவாகின்றது. மூளையடிச் சுரப்பியின் இந் நீர்மங்கள் பாலுறுப்பு வளர்ச்சி (Gonadotropic hormones) நீர்மங்கள் எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன.

பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்கள் ஆண்களிலும், பெண்களிலும் ஒத்த தன்மையதாயிருப்பினும், அவை செயல்படும் உறுப்புகளின் தன்மையைப் பொறுத்து விளைவுகள் மாறுபடுகின்றன. ஆணின் விரைகளின்மீதும், பெண்ணின் கருவுகங்களின்மீதும் இந் நீர்மங்கள் செயல்படுகின்றன.

பாலுறுப்பு வளர்ச்சிக்கான இரு நீர்மங்களை, மூளையடிச் சுரப்பியின் முன்மடல் உருவாக்குகின்றது. இவை கருக்கூட்டினைத் தூண்டும் நீர்மமும், மஞ்சள் கூடுறு நீர்மமும் ஆகும். பால் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மமும் இத்தன்மையதே. இந் நீர்மங்கள் தூய்மையான புரதப் பொருள்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு, மூளையடிச் சுரப்பி யறுபட்ட விலங்குகளைக் கொண்டு அவற்றின் செயல்முறைகள் அறியப்படுகின்றன.

கருக்கூட்டினைத் தூண்டும் நீர்மம், பெண்களில் கருக்கூட்டின் வளர்ச்சியைத் தூண்டி, மஞ்சள்கூடு உருவாகாமல் அவை சிதைய வழிகோலுகின்றது. ஆண்களில் விந்து மெலிகுழாய்களின் முதிர்ச்சியை இது ஓரளவு தூண்டுகின்றது.

பெண்களில் மூளையடிச் சுரப்பியறுபட்ட பின், தேய்வடைந்த கருவகங்களின் சிற்றிடை வெளித் திசுக்களை மஞ்சள்கூடுறு நீர்மம் மீண்டும் வளரச் செய்கின்றது. கருக்கூடுகள் மஞ்சள் கூடுகளாக மாறுவதையும் இந் நீர்மம் தூண்டுகின்றது. ஆண்களில் இது இலேடிக் உயிரணுக்களை முதிரச் செய்வதுடன், ஆண்மை நீர்மங்களை வெளியிடச் செய்கின்றது. ஆண்மை நீர்மங்கள், கருக்கூட்டினைத் தூண்டும் நீர்மத்துடன் இணைந்து, விந்தணு வாக்கத்தைத் தூண்டுகின்றன.

பெண்களில் பால் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம், மஞ்சள் கூட்டி லிருந்து கருவுறு நீர்மத்தை வெளிப்படுத்த உதவுகின்றது. ஆண் களில் இந் நீர்மத்தின் பணி குறித்து இன்னும் அறியப்படவில்லை. பெண்களில் கருக்கூட்டினைத் தூண்டும் நீர்மமும், மஞ்சள் கூடுறு நீர்மமும் இணைந்து செயல்படுவதால், கருக்கூடுகள் முதிர்ந்து கருவணு வெளிப்படுதலும், மஞ்சள்கூடு வளர்தலும், தீட்டுறு நீர்மங்கள் சுரத்தலும் நிகழ்கின்றன.

மூளையடிச் சுரப்பியின் பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்களை யொத்த செயல்முறையையுடைய கருவுறு பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்கள், முதலில் குழவியிலிருந்தும், நச்சுக்கொடியி லிருந்தும் சுரக்கின்றன. எவ்வாறாயினும் இந் நீர்மம் மூளையடிச் சுரப்பியறுபட்ட விலங்குகளைப் பாதிப்பதில்லை. இந் நீர்மம் மஞ்சள்கூட்டின் முதிர்ச்சி நிலையை நீட்டித்து, கருவுறு நீர்மம் சுரப்பதை மிகுதியாக்குகின்றது. சூலுற்ற பெண்ணின் குருதி யிலும், சிறுநீரிலும் இந் நீர்மம் பெருமளவில் காணப்படுகின்றது.

சிறுநீரில் பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்கள் வெளியேறுதலும், சூலுற்றதைத் தொடக்க நிலையில் கண்டறிதலும் (Excretion of gonadotropic hormones into the urine and early diagnosis of pregnancy): சூலுற்றபோது, சிறுநீரில் பெருமளவு பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்கள் வெளியேறுவது அறிந்ததே.

கருப்பத்தின் தொடக்க நிலையிலிருந்தே, பால் சுரப்பிகளைத் தூண்டும் பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்கள் சிறுநீரில் மிகுதியாக வெளியேற்றப்படுகின்றன. இந் நிகழ்வின் அடிப்படையிலேயே சூலுற்றதைத் தொடக்கநிலையில் கண்டறிய இயலும். இம்முறை கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது: 3-4 வாரங்கள் வயதினையுடைய பெண் சுண்டெலிக்கு 1·5-2 மி.லி. அளவில் பெண்ணின் சிறுநீரை 2 நாள்களில் 6 முறை உட்செலுத்தியபின், 4 நாள்களில் அதன் கருவகங்கள் முதிர்ச்சியடைந்தால் அச்சிறுநீர் சூலுற்ற பெண்ணிற்குரியதெனக் கொள்ள இயலும். பெண் முயலைக்கொண்டு இவ்வாய்வை நடத்துதல் மிகவும் எளிது. முயலின் காதுச் சிரையில் சூலுற்ற பெண்ணின் சிறுநீரை உட்செலுத்திய 24-48 மணி நேரத்தில் கருக்கூடுகளில் குருதிக் கசிவேற்படுவதுடன் மஞ்சள்கூடு உருவாகத் தொடங்குகின்றன. ஆண் தவளைகளின் சிறுநீரில் விரைவில் விந்தணுக்களை வெளியேற்றுவதைக்கொண்டும் இதையறியலாம்.

பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்கள் சுரத்தலின் இன்றியமையாமை (Importance of secretion of the gonadotropic hormones): இந் நீர்மங்களின்முலம், நடுநரம்பு மண்டலம் பால் சுரப்பிகளின் பணிகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. மூளையடிச் சுரப்பியின் இந் நீர்மங்கள் குருதியுள் செல்வதாலேயே பால் முதிர்ச்சி ஏற்படுகின்றன. இந்நீர்மம் குறிப்பிட்ட காலத்துக்கு முன்னரே குருதியுள் நுழைவதால், பால் முதிர்ச்சி இளம் வயதிலேயே ஏற்படுகின்றது. மூளையடிச் சுரப்பி பழுதுறுவதால் இந்நீர்மங்கள் குருதியுள் செல்வது தடைபட்டுப் பாலுறுப்புகளின் பணி மறைகின்றது. சுற்றுப்புறச் செயலிகள் மூளையடிச் சுரப்பியின் மீது செயல்படும் மறுவினை வயங்களாலேயே பால் சுரப்பிகள் இயங்குகின்றன.

மூளையடிச் சுரப்பியின் பணிகளின்மீது பால்சுரப்பிகளின் வயத்தன்மை (Influence of the sex glands on the function of the hypophysis): பால் சுரப்பி நீக்கப்பட்ட விலங்குகளில், கருக்கூட்டினைத் தூண்டும் நீர்மம் மிகுதியாயுள்ளது. இதனால், மூளையடிச் சுரப்பியின்மீது கருவக நீர்மத்தின் வயத்தன்மை, கருவகத்தின்மீது மூளையடிச் சுரப்பி செலுத்தும் வயத்தன்மைக்கு எதிரானது. மாறாக, மஞ்சள் கூடுறு நீர்மம் உருவாதலையும், சுரத்தலையும் கருவக நீர்மங்கள் தூண்டுகின்றன; கருக்கூட்டினைத் தூண்டும் நீர்மத்தின் சுரத்தலைத் தடை செய்தாலும், மஞ்சள் கூடுறு நீர்மம் சுரப்பதைத் தீட்டுறு நீர்மங்கள் தூண்டுகின்றன. கருவுறு நீர்மம் குறைந்த அளவுகளில் செலுத்தப்பட்டால்,

மஞ்சள்கூடுறு நீர்மச் சுரப்பு தூண்டப்படுகின்றது; மாறுகப் பெரு மளவில் செலுத்தப்படின் இச் சுரத்தல் தடைபடுகின்றது.

பாலுறுப்புப் பணிகளின்மீது புறச்சூழலின் வயத்தன்மை (Influence of the External Environment on the Sexual Function)

பால் சுரப்பிகளின் பணிகளில் புறவயங்களின் இன்றியமை யாமைபற்றி நீண்ட காலமாக அறியப்படினும், இவ்வயங்களின் நுட்ப முறை இன்னும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை.

பெருமூளைப் புறணிக்குட்பட்டு, பாலுறுப்புகளின்மீது செயல்படும் தூண்டுகைகளின் வயங்கள்பற்றிப் பல கண்டு பிடிப்புகள் நிறுவியுள்ளன. புறச்சூழலின் பல்வேறு கூறுகள், பாலுறுப்புப் பணிகளை மாற்றியமைக்கும் தன்மையுடையன. உணர்வுக் கொந்தளிப்புகளின் வயங்களால், பெண்ணின் தீட்டுச் சுற்று பழுதுற நேர்தலும் நன்கறியப்பட்டதே.

46. இனப் பெருக்க இயங்கியல் நிகழ்வுகள்

(Physiological Processes of Reproduction)

இனப்பெருக்கப்பணி, இனத்தைப் பாதுகாப்பதற்கான ஒரு சிக்கலான உடலியங்கியல் நிகழ்வாகும். முதுகெலும்புள்ளவை யனைத்தும் பால்வழிச் சார்ந்து இனப் பெருக்கத்தை விளைவிக் கின்றன. விந்தணு, கருவணு தோன்றுதல், கலவி கருவுறுதல், குழவி முதிர்தல் ஆகிய பல நிகழ்வுகளும் இனப் பெருக்க நிகழ்வில் அடங்கியுள்ளன. இச் சிக்கலான நிகழ்வுடன் மறுவினை, வளர் சிதை மாற்ற மாறுபாடுகள், சில இயற்கை உருவ அமைப்பு வேறுபாடுகள் ஆகிய உட லியங்கியல் மாறுபாடுகள் உயிரமைப்பில் நடைபெறுகின்றன. சூழ்நிலையை, குறிப்பாக ஒளி, வெப்பம், நில அமைப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து இனப் பெருக்க நிகழ்வில் பல இலய வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன.

இயற்கையான சூழ்நிலையுடன் தொடர்புகொண்டு விலங்கின் இனப்பெருக்கப் பணியில் இலய மாறுபாடுகள் நிகழ்வதுபோலவே, மனிதரிலும் நிகழ்கின்றன. கருவணு முதிர்தல், வெளிப்படல், நீர்மச் சுரத்தலில் வேறுபாடு ஆகிய பல இயற்கை உருவ அமைப்பு, பணி மாறுபாடுகள் கருவகங்களில் நிகழ்வதிலிருந்து இனப் பெருக்கப் பணியின் இலயத்தன்மை தெளிவாகின்றது. பல விலங்கின ஆண்பாலில் இனப்பெருக்கப் பணிகள் சுற்று நிகழ்வுகளாக அமைந்திருப்பினும், மனிதர்களில் இத்தன்மை குறைந்த அளவே தெளிவாயுள்ளது.

விலங்குகளின் நடத்தை, உடலியங்கியல் நிலை ஆகியவற்றிற் கேற்பப் பால் சுரப்பிகளில் பெருமளவு இயற்கையுருவ அமைப்பு மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. பழக்கப்படுத்தப்படாத பிறப்பு மறுவினைகளின் தன்மையுடன் இணைந்த பாலுணர்வுக் கிளர்நிலை நிகழ்வும் இதில் சேர்ந்ததே. அனைத்துச் சிக்கலான பால் சார்ந்த

மறுவினைகளும் விந்தணு-கருவணுவின் இணைப்புக்கு அஃதாவது கருவுறுதலுக்கு வழிகோலுகின்றது.

பாலுண்ணிகளிலும், பறவை, ஊர்வன ஆகியவற்றிலும் பெண்ணின் பாலுறுப்புகளிலேயே கருவுறுதல் ஏற்படுகின்றது. மீன், தவளை ஆகியவைகளில் விந்தணு, கருவணுக்கள் வெளியேறி நீரில் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைகின்றன.

கருவுறுதலின் இயங்கியல்
(Physiology of Conception)

பெண்ணமைப்பினுள் செலுத்தப்பட்ட விந்தணுக்களில் ஒன்றோ அல்லது பலவோ, முதிர்ந்த கருக்கூடு வெடித்து வெளியேறிய கருவணுவுடன் நேரடியாகச் சென்று தொடர்பு கொள்ளுதல் கருவுறுதல் எனப்படும். கலவியின்போது பெண் பாலுறுப்புகளில் விந்தணுக்கள் செலுத்தப்படுகின்றன.

அனைத்துப் பாலுண்ணிகளிலும், அல்குலினுள் ஆண்குறி நுழையுமுன்னர் பாலுணர்வுக் கிளர்நிலையால் ஆண்குறி நிமிர்வடைகின்றது. நிமிர்வின்போது ஆண்குறியின் குருதிக்குழாய்கள் பெருமளவு விரிவடைவதால் குருதியோட்டம் 8-10 மடங்கு உயர்கின்றது. அத்துடன் நாரிய-குழிவுத்தசை சுருங்கி, ஆண்குறிச் சிரையை அழுத்துகின்றது. இவ்வாறு குருதியோட்டம் மிகுவதுடன், ஆண்குறி குருதியால் நிரப்பப்படுதலும் உயர்கின்றது. மனிதரிலும், மற்ற பாலுண்ணிகளிலும் ஆண்குறி நிமிர்வடையும் போது ஆண்குறிச் சுருக்குத்தசை விரிவடைகின்றது. கலவியின் போது பெண்ணுறுப்பின் மகளிர்கந்தும், அனைத்துப் புறப் பாலுறுப்புகளும் குருதியால் நிரப்பப்படுகின்றன. அல்குலின் வாயிலிலுள்ள பார்தோலின் சுரப்பிகள் மிகுதியாகச் செயல்படுகின்றன. அல்குல் சுவர்களில் ஆண்குறி உராயும்போது அதன் ஏற்பிகள் தூண்டப்படுவதால் விந்துப்பைகளும், விரை நாளமும் மறுவினையால் சுருங்குகின்றன. இதனால் கவுப்பர் சுரப்பி, ஆண்மைச் சுரப்பி, விந்துப்பைகள் ஆகியவற்றின் சுரப்பு நீருடன் கலந்த விந்தணுக்களைக் கொண்ட விந்துநீர், சிறுநீர்ப்புறவழியின் மூலம் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது.

அதேபோழ்து கருப்பை அசைந்து, அல்குலுடன் நேரடியாகத் தொடர்பு கொள்கின்றது.

விந்தணுக்கள் இடம்பெயரும் தன்மையால் அல்குலிலிருந்து கருப்பை வழியாகக் கருப்பைக் குழாயைச் சென்றடைகின்றன. இங்குதான் பொதுவாகக் கருவணுவுடன் விந்தணு இணைகின்றது.

கருப்பைக் குழாயின் சுருக்கங்களால் கருவுற்ற கருவணு கருப்பையை அடைந்து, அதன் சளிப்படலத்தில் ஊன்றப் படுகின்றது.

பால் சார்ந்த செயல்களின் நரம்பு நுட்பமுறை, மூளையின் உயர்பகுதிகள் பங்கேற்கும் எளிய தண்டுவட மறுவினைகளைக் கொண்டது. தண்டுவட நெஞ்சவட்டுப் பகுதியில் துண்டிக்கப் பட்டாலும், செயற்கையாகப் பால்சார்ந்த செயல்களை மேற் கொள்ள இயலும். பாலுறுப்புகளுக்கு நரம்பூட்டும் தண்டுவட இடுப்பு வட்டுகளிலுள்ள நரம்பணுக்களிலிருந்து செல்லும் இழைகள் நிமிர்வுக்கும், விந்துநீர் வெளிப்படுதலுக்கும் காரண மாகிறது. புறப்பாலுறுப்புகள் பரிவு, எதிர்ப்பரிவு நரம்பிழை களால் நரம்பூட்டப்படுகின்றன. இவ்விழைகள் தண்டுவடக் குத வட்டுகளிலிருந்து செல்கின்றன.

பரிவு நரம்பிழைகள் தூண்டப்பட்டால் ஆண்குறித் தமனிகள் சுருங்குவதுடன், விரையின் இயங்கு தசைகளும் சுருங்குகின்றது. குத நரம்புகள் எதிர்பரிவு நரம்பிழைகளையும், இயக்கும் இழைகளை யும் கொண்டுள்ளன. எதிர்பரிவு நரம்பிழைகள் தூண்டப்பட் டால் ஆண், பெண் புறப்பாலுறுப்புகளின் குருதிக்குழாய்கள் விரைவடைவதுடன், ஆண்குறியின் இயங்கு தசைகளும் விரிவடை கின்றன.

குத நரம்புகளின் இயக்கு இழைகள் குமிழ் குழிவுத் தசைக் கும், நாரிய குழிவுத் தசைக்கும், சிறுநீர்ப் புறவழியின் தசை களுக்கும் நரம்பூட்டுகின்றன; பெண்களின் மகளிர்கந்துவின் தசை களுக்கும், அல்குலின் சுரிதசை வளையத்திற்கும் இவை நரம்பூட்டு கின்றன.

குடலுறைக் கீழ் நரம்பு முடிச்சின் பரிவு நரம்பிழைகள் பெண்ணின் அகப்பாலுறுப்புகளுக்கு நரம்பூட்டுகின்றன. இந் நரம்பிழைகளைத் தூண்டினல் கருப்பையும் அல்குலும் சுருங்கு கின்றன. ஆண்களில் பரிவு நரம்பிழைகளைத் தூண்டினல் விரை நாளம், விந்துப்பை ஆகியவற்றின் இயங்கு தசைகள் சுருங்கு கின்றன.

சீரான பாலுணர்வு உந்துதலுக்கும், கலவிக்கும் பெருமூளைப் புறணியின் பங்கு இன்றியமையாதது.

சூலுற்ற நிலையும், குழவியின் உடலியங்கியலும்
(Pregnancy and the Physiology of the Foetus)

கருப்பைக் குழாயில் கருவுற்ற கருவணு விரைவில் பிரியத் தொடங்குகின்றது. ஏறத்தாழ 8 நாள்களில் கருவுற்ற கருவணு கருப்பையை அடைகின்றது.

கருவுறுதலுக்கு முன்னரே, கருப்பைச் சளிப்படலம் விரைவில் வளர்ந்து அதன் சுரப்பியமைப்புகளிலும், சுரப்பியிடை வெளித் திசுக்களிலும் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. சளிப்படலம் முன்பிருந்த நிலையைப்போல் 4 மடங்கு அடர்த்தியாக வளருவதுடன், சுரப்பிகளும் சுருள்கின்றன. இச்சுரப்பிகள் தீட்டுச்சுற்றின் 14-15வது நாளில் சுரக்கத் தொடங்குகின்றன. இவை மேலும் வளர்ந்து புழைகள் விரிவடைகின்றன. இம் மாற்றங்களேற்பட்ட கருப்பைச் சளிப்படலம் கருவணு கருவுற்றவுடன் சிதையாமல் தொடர்ந்து வளருகின்றது. பின்னர் இச் சளிப்படலம் நெருக்கமான அடுக்காகவும், விரிவடைந்த சுரப்பிகள் பதிந்த இணைப்புத் திசு அடுக்கான கடற்பஞ்சு போன்ற அடுக்காகவும் பிரிகின்றது. கடற்பஞ்சு போன்ற அடுக்கில் முதிர்ச்சியடையும் கருவணு ஊன்றிக் கொள்கின்றது.

முதிர்வடையும் கருவணு, கருப்பைக் குழாயிலிருந்து கருப்பைக்குள் சென்று அதன் சளிப்படலத்தில் ஊன்றிக்கொள்கின்றது. சளிப்படல நெருக்கமான அடுக்கில் கருவணு அமிழ்ந்து பின்பு சளிப்படலம் மேலும் வளர்ந்து அடர்த்தியாகின்றது. உறுப்புக் கருஞ்சவ்வும் (Decidual membrane) குறிப்பிட்ட மாறுதல்களடைகின்றன.

ஈனுதலின் (Parturition) போது குழவியுடன் வெளித் தள்ளப்படும் இவ்வுறுப்புக் கருஞ்சவ்வு கருவணு உள்ள பகுதியல்லாத மற்றக் கருப்பைச் சளிப்படலப் பகுதியை மூடியுள்ள பிரிவாகவும் (Decidua parietalis) கருவணுவை மூடியுள்ள பிரிவாகவும், கருவணுவைக் கருப்பைச் சுவருடன் இணைக்கும் பிரிவாகவும் (Decidua basalis) காணப்படுகின்றது.

கருவணுவைக் கருப்பைச் சுவருடன் இணைக்கும் கருஞ்சவ்வுப் பகுதியே நச்சுக்கொடியை உருவாக்கும் தாய் வழிப் பகுதியாகும். பிரிகின்ற கருவணுவின் வெளியடுக்கு (Trophoblast) பல உறிஞ்சிகளை உருவாக்குகின்றது. இவ்வுறிஞ்சிகளுள் குழவியின் குருதிக் குழாய்கள் ஊடுருவியுள்ளன. இவை விரிவடைந்து, சிரைக் குருதி நிறைந்த குழிவுகளாக மாறித் தாயின் குருதியிலிருந்து குழவி ஊட்டம் பெற உதவுகின்றது. குழவியின் உறிஞ்சு தோலியிலுள்ள உறிஞ்சிகள் தாயின் குருதி நிறைந்த குழிவுகளுக்குள் அமிழ்ந்துள்ளன. ஆகையால் ஒவ்வொரு உறிஞ்சியையும் மூடும் இரு அடுக்கு மேலிழைமமே தாயின் குருதியைக் குழவியின் குருதியிலிருந்து பிரிக்கின்றது.

முதிரும் கருவணு முதலில் அதைச் சூழ்ந்துள்ள நீர்மையிலிருந்தும், பின்னர் மஞ்சட் கருப்பையிலிருந்தும் ஊட்டத்தைப் பெறுகின்றது.

குழவி உயிர்க்கவும், ஊட்டம் பெறவும் நச்சுக்கொடி பயன் படுகின்றது. குழவியிலிருந்து குருதி கொப்பூழ் - தமனிகளின் மூலம் நச்சுக் கொடிக்கும், அதிலிருந்து கொப்பூழ் - சிரை மூலம் குழவிக்கும் பாய்கின்றது. நச்சுக் கொடியின் குழிவுப் பகுதிகளில் உயிர்த்தல், கழிவு வெளியேறுதல், ஊட்டம் பெறுதல் ஆகியவை நடைபெறுகின்றன. கருப்பையின் நரம்பு நுனிகளாலும், அதன் உட்செல் இழைகளாலும் தாய் - குழவி இருவருக்கிடையே இணைப் பிருப்பதாக அண்மையில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. சான்றாகக் குழவியின் தோலைத் தூண்டினால் தாயின் உயிர்த்தலிலும், குருதி யழுத்தத்திலும் மாறுபாடுகள் நிகழ்கின்றது. கருப்பைக் குருதிக் குழாய்களிலுள்ள குருதியின் உயிரிய உள்ளடக்கத்தைப் பொறுத்தும் தாயின் உயிர்த்தலிலும், குருதியோட்டத்திலும் மாறுபாடுகள் நிகழ்வதாக அறியப்பட்டுள்ளது.

நச்சுக்கொடி தீட்டுறு நீர்மங்களையும், பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மங்களையும், கருவுறு நீர்மத்தையும் உருவாக்குகின்றது.

தாயின் உறுப்புகளிலிருந்து சத்துப் பொருள்கள் குழவிக்குச் செல்வதில் உறிஞ்சிகளை மூடியுள்ள மேலிழைமம் இன்றியமையாத பங்குடையது. சூலுற்ற நிலையில், கருப்பைக் குருதிக் குழாய்கள் வழியாகப் பாயும் குருதியின் அளவு மிகுதியாகின்றது. சூலின் தொடக்கத்தில் கரு சிறியதாயுள்ள போது, நச்சுக் கொடிக்குத் தேவையான அளவு குருதி பாய்கின்றது. ஆனால் சூல் தொடர்ந்து குழவி வளரும் பொழுது அதற்கேற்றவாறு குருதியோட்டம் தொடர்ந்து உயராமையால் அவர்களின் தொடர்பிணைப்பில் மாறுபாடுகள் நிகழ்கின்றன. இதனால் தாய், குழவி இருவருக் கிடையேயான வளிமாற்றங்கள் உலைவுறுகின்றன. உறிஞ்சியிடை வெளிகளிலுள்ள குருதியின் உயிரிய அழுத்தம், நுண்காற்றுப் பையின் உயிரிய அழுத்தத்தைப் போன்று 100 மி.மீ. பாம் ஆக இல்லாது 60மி.மீ. பாம் மட்டுமேயுள்ளது. தாய், குழவி இருவரின் வேறுபட்ட உயிரியமேற்கும் திறமையால் இது பெருமளவு ஈடுசெய்யப்படுகின்றது. குழவியின் குருதி, குறைந்த பகுதி யழுத்தத்திலும் விரைவாக உயிரியத்தை எடுத்துக் கொள்கின்றது. குழவியின் அவிய வளர்சிதை மாற்றுப் பொருள்கள் நச்சுக் கொடியின் மூலம் வெளியேறுகின்றன. முதிர்ந்த குழவி ஓரளவு சிறுநீரைச் சுரக்கின்றது. சூலின் இறுதி நிலையில் குழவியின் செரிக்கும் அமைப்பு முழுமையாக உருவாவதுடன், இரைப்பை, கணையப் புரதச் சிதைவி நொதிகளும் சிறுகுடல் சுவர்களிலிருந்து சுரப்பு ஊக்கி நீர்மமும் உருவாகின்றன. மாவுப் பொருட் சிதைவிகள் இருப்பதில்லை. கல்லீரல் சுரக்கும் பித்தநீர், குடலில் முதன்மை மலமாகத் தேக்கப்படுகின்றது.

குழவியில் நிகழும் சுற்றோட்டம் (Circulation in the foetus) : விரைவில் வளர்கின்ற மூளைக்குத் தேவையான அளவு தமனிக் குருதியைக் கொடுப்பதற்கான சிறப்பியல்புகளுடன் அமைந்துள்ளது. நச்சுக் கொடிக் குழிவுகளில் உயிரிய மூட்டப்பட்ட குருதி, கொப்பூழ் - சிரை வழியாக நேராகக் கல்லீரலையடைந்து, அதன் தந்துகிகள், சிரை நாளங்கள் வழியாகக் கீழ்ப்பெருஞ் சிரையையடைந்து பின்னர் வலது மேலறைக்குச் செல்கின்றது. இங்கிருந்து முட்டை வடிவத் துளை வழியாக இடது மேலறை, கீழறை வழியாகப் பாய்ந்து, பொதுச் சுற்றோட்ட அமைப்பைப் பெருந்தமனி மூலம் அடைகின்றது. உடலின் கீழ்ப்பகுதி, கால்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து செல்லும் சிரைக் குருதி, கீழ்ப் பெருஞ்சிரையையடையும் கொப்பூழ் - சிரையின் தமனிக் குருதியுடன் கலக்கின்றது. இக் கலவையில், தமனிக் குருதியே பெருமளவிலுள்ளது. தலை, கைப் பகுதிகளிலிருந்து வலக் கீழறையையடையும் சிரைக் குருதியில் பெருமளவு நுரையீரல் களுக்குச் செல்லாமல், போடல்லோ நாளத்தின் வழியாகப் பெருந்தமனியை அடைகின்றது. இக்குருதி பின்னர் உடலின் கீழ்ப்பகுதிக்கும், கால்களுக்கும் கொப்பூழ் - தமனிகளின் வழியாக நச்சுக் கொடிக்கும் செல்கின்றது. உடலின் கீழ்ப்பகுதியிலும், கொப்பூழ் - தமனிகளிலும் நடைபெறும் குருதிப் பிறழ்வு குழவியின் சுற்றோட்டத்தில் பெரும்பங்கேற்கும் வலது கீழறையையே மிகுதியாகத் தாக்குகின்றது.

பிறப்பில் நுரையீரல் உயிர்த்தலும், நுரையீரல் தமனிகளில் குருதியோட்டமும் தோன்றுவதால், குருதி நுரையீரல் தந்துகிகளில் பாய்கின்றது. போடல்லோ நாளமும், சிரை நாளமும் அழிவதுடன், இடது மேலறையில் குருதி நிறைந்து அழுத்தம் உயர்வதால் முட்டை வடிவத்துளையும் மூடப்படுகின்றது. இவ்விதம், பிறப்புக்குப் பின்னர் வாழ்க்கைக்குரிய சிறப்பான சுற்றோட்ட அமைப்பு தோன்றுகின்றது. கருப்பருவத்தில் பணியாற்றிய குருதிக் குழாய்கள் உள்ளிழைமம் வளர்வதால் அடைக்கப்பட்டு அழிகின்றன.

குழவியின் மறுவினைச் செயல்முறை (Reflex activity of the foetus) : குழவியின் தலை, கை ஆகியவற்றின் மறுவினை அசைவுகளே முதலில் தோன்றுகின்றன. பின்னர் கிளர்நிலை எளிதாக நடுநரம்பு மண்டலத்தில் பரப்பப்படுவதால் தூண்டுதல்களுக்குப் பொதுவான எதிர்வினைச் செயல்கள் தோன்றுகின்றன. இவை முதலில் தற்காலிகத் தசைச் சுருக்கங்களாகவும், பின்னர் நீடித்து இயங்கும் தசைச் சுருக்கங்களாகவும் வெளிப்படுகின்றன. இதைத் தொடர்ந்து மறுவினைகளில் வட்டுச் செயல்முறைகளும், உடல்,

கை, கால் ஆகியவற்றின் சிறப்பான தசை விளைவுகளும் தோன்றுகின்றன. எனினும் இவ்வனைத்துத் தசை விளைவுகளும் சிக்கலான அசைவுகள் தோன்ற வழிகோலுவதில்லை. இதனுல் பிறப்பின் போது மனிதரிலும், மற்ற பாலுண்ணிகளிலும் முதிர்ந்த மறுவினைகள் சிலவே காணப்படுகின்றன. இவை குழந்தை உயிர் வாழத் தேவையான நிலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவை உயிர்த்தல், பற்றீர்த்தல், இருமுதல், வாந்தியாதல் போன்ற இன்றியமையாத மறுவினைகளாகும். பிறப்பில் தோன்றும் பற்றீர்த்தல் மறுவினை மிகவும் சிக்கல் நிறைந்தது. புதிதாகப் பிறந்த குழந்தையின் பற்றீர்ப்பு அசைவுகளால், அவற்றின் வளர்சிதை மாற்றம் உயர்ந்து, சர்க்கரை உள்ளடக்கம் குருதியில் குறைகின்றது. குருதிச் சர்க்கரையளவு குறைவதாலேயே உணவூட்டப்படாத புதிதாகப் பிறந்த குழந்தை அழத் தொடங்குகின்றது. இது அகச் சூழ்நிலையிலிருந்து விளையும் தூண்டுகைகளுக்கு இன்றியமையாத எதிர்ச் செயல்முறையாகும். பிறப்பில் புறமறுவினைகள் குறைந்த அளவே முதிர்ந்திருப்பினும் புதிதாகப் பிறந்த குழந்தை முதல் சில மணிநேரம் அல்லது சில நாள்களுக்குச் சிக்கலான அக மறுவினைத் தொடர்பைக் கொண்டுள்ளது. பின்னரே புற மறுவினைகள் உருவாகத் தொடங்குகின்றன.

ஈனுதல்
(Parturition)

சூலின்போது, கருப்பையின் இயங்கு தசைகள் குருதியோட்டத்தை விரைவுபடுத்துவதற்கான சில இலய சுருக்கங்களையே விளைவிக்கின்றது. கருப்பையில் தசைநார்கள் நீட்டப்படுவதால் (குழவியின் வளர்ச்சியால்) அவற்றின் கிளர்நிலை மிகுதியாகின்றது. சூலின் இறுதி நாள்களில் இச்சுருக்கங்கள் வலிவடைகின்றன. அதே போழ்து குழவியின் நிலைமாறுவதுடன், கருப்பைக் கழுத்துத் தசைகளும் நீட்டிக்கப்படுகின்றன.

ஈனுதலின்போது, கருப்பைக்கழுத்து விரிவடையச் செய்யத் தொடர்ச்சியாகப் பல கருப்பைச் சுருக்கங்கள் விளைகின்றன. இப் பருவத்தில், கருப்பையின் நீண்ட தசைநார்கள் சுருங்குவதால் கருப்பைக் கழுத்துச் சுரிதசை வளையம் விரிவடைகின்றது. குழவிசூழ் நீர்மையும் கருப்பைக் கழுத்துக்குள் தள்ளப்பட்டு விரிதலைத் தூண்டுகின்றது. கருப்பைக் கழுத்து திறந்து, குழவியின் தலை கூபகத்தினுள் நுழைந்தவுடன் இப்பருவம் முடிவடைகின்றது.

இரண்டாம் பருவத்தில், அஃதாவது வெளித்தள்ளப்படும் பருவத்தில் கருப்பைத் தசைகள் அடிக்கடி நீடித்த சுருக்கங்களைக்

காட்டுவதுடன், வயிற்றறையின் இயக்கு தசைகளும் சுருங்கு கின்றன. ஈரல் தாங்கியும், அதே நேரத்தில் சுருங்குவதால் வயிற்றறையின் அழுத்தம் உயர்கின்றது. இவ்வுயர்ந்த அழுத்த மும், கருப்பைச் சுருக்கங்களும் குழவியைக் கூபகத் திறவை, அல்குல் ஆகியவை வழியாக வெளித்தள்ளப் பயன்படுகின்றது.

குழந்தை பிறந்த 20-30 நிமிடங்களுக்குப் பின்னர் தொடங் கும் மூன்றும் பருவத்தில் கருப்பை தொடர்ந்து சுருங்குவதால், நச்சுக் கொடியும், கருச்சூழ் சவ்வும் வெளித்தள்ளப்படுகின்றன.

சூலின் இறுதியில் உயிரமைப்பில் விளையும் பல்வேறு மாறுதல் களும் ஈனுதலுடன் தொடர்புடையதே. இவை வளரும் குழவி யால் கருப்பையின் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளும், இயங்கு ஏற்பிகளும் தூண்டப்படுதலும், குருதியில் தீட்டுறு நீர்மங்களின் உள்ளடக்கம் உயர்ந்து கருவுறு நீர்மச் சுரத்தலைத் தடை செய்தலும், மூளையடிச் சுரப்பியின் பின்மடல் சுரக்கின்ற, கருப்பைச் சுருக்கங்களைத் தூண்டும் தன்மையுடைய கருப்பைச் சுருக்கி நீர்மத்தின் அளவு உயர்தலும் ஆகும்.

கருப்பை உறுப்பிடையேற்பிகள் வேதித் தூண்டுதல்களுக்கு மிக்கக் கூருணர்வு உடையதால், அசிட்டைல் கோலின், கருப்பை ஊக்கி நீர்மம் ஆகியவற்றின் விளைவுகள் மிகுதியாகின்றன. குழவியால் உருவாக்கப்படும், இன்னும் தெளிவாக அறியப்படாத வயங்களும் இன்றியமையாதனவே. இவை சூலின் இறுதிப் பருவத்தில் குழவியின் அசைவுகள் வலுவடைவதும், கருப்பை உறுப்பிடையேற்பிகளின் மீது குழவி செலுத்தும் விளைவுகளு மாகும். கருவுறு நீர்மச் சுரத்தல் தடைபட்டு, தீட்டுறு நீர்மத்தை நச்சுக் கொடி மிகுதியாகச் சுரப்பதால் ஈனுதலின் தொடக்கத்தையும், அது தொடர்ந்து நடைபெறுவதையும் வயப் படுத்தும் மூளையடிச் சுரப்பியின் செயல்முறைகள் மாறுதலடை கின்றன. ஈனுதலின் போது குருதியில் கருப்பைச் சுருக்கி நீர்மத்தின் அளவு உயர்கின்றது.

தண்டுவடத்தை நெஞ்சுப்பகுதியில் துண்டிப்பதால், நாய் களில் ஈனுதல் நிகழ்வு பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் இடுப்பு - குதப்பகுதியில் தண்டுவடம் சிதைக்கப்பட்டால், ஈனுதல் சீராக நடைபெற இயலாது. இதிலிருந்து ஈனுதலுடன் தொடர்புடைய பழக்கப்படுத்தப்படாத மறுவினைகள், தண்டுவடத்தின் இடுப்பு - குதப்பிரிவு வழியாக விளைகின்றன எனத் தெளிவாகின்றது.

உயர்நரம்பு மையங்களும், பெருமூளைப் புறணியும் ஈனுதலை வயப்படுத்துவதுடன், வேறு பல தூண்டுகைகளும் வயப்படுத்து கின்றன. ஈனுதலைக் கட்டுப்படுத்தும் புறணியின் நுட்பமுறைகள்

சிக்கலான உடலியங்கியல் முறையை வயப்படுத்துவதில் பெரும் பங்கேற்கின்றன.

பால் சுரத்தலும் முலைச் சுரப்பிகளின் செயல்முறைக் கட்டுப்பாடும்

(Lactation and Regulation of the Activity of the Mammary Glands)

முலைச் சுரப்பிகள் சுரத்தல் பணியையும், இயக்கப் பணியையும் உடையது. முதல் பணி, சுரப்புத் திசுவிலிருந்து பால் உருவாதலும்—பால் சுரத்தல்—இரண்டாவது, பால் நாளங்களின் வழியாகப் பால் வெளியேற்றப்படுவதும் ஆகும். சுரப்புத்திசுவை ஊடுருவிச் செல்லும் பால் நாளங்களின் இயங்குதசைகள் சுருங்குவதாலும், முதன்மைப் பால் நாளங்களின் இயங்குதசைகள் விரிவதாலும் பால் வெளித்தள்ளப்படுகின்றது. நாளத்தசைநார்களின் இச் செயல்முறை, பால் சுரத்தல் மறுவினை எனப்படுகின்றது. இம் மறுவினை வளைவுபற்றி அண்மையில் ஆராயப்பட்டது; தண்டுவடம் நெஞ்சுப் பகுதியில் துண்டிக்கப்பட்டால் வெள்ளாடுகளில் இம் மறுவினை மறைந்துவிடுகின்றது.

வெள்ளாடுகளில் முலைக்காம்பு நரம்பறுபட்டாலும், பால் சுரத்தல் மறுவினை மறைவதாக அறியப்பட்டுள்ளது. நரம்பூட்டமறுபட்ட பால் மடி, கருப்பைச் சுருக்கி நீர்மத்துக்கு உயர்ந்த கூருணர்ச்சியைக் கொண்டுள்ளது என இவ் வாய்வுகளால் நிறுவப்பட்டுள்ளது. இம் மறுவினை வளைவு, நடுநரம்பு மண்டல உயர் பகுதிகளில் உள்ளது. தண்டுவடப் பின்பிரிவு துண்டிக்கப்பட்டால் சுரத்தல் மாறுபடாமல், முலைச் சுரப்பியின் இயக்கப்பணி மட்டும் தடைப்படுகின்றது. இவ்வாறு பல்வேறு பாதைகளின் மூலம் செயல்படும் முலைச் சுரப்பிகளின் நரம்பு வயங்களில் பெருமூளைப் புறணியும் பங்கேற்கின்றது.

மணியோசை அல்லது உப்பு நீரை உட்செலுத்துதல் ஆகிய தூண்டுகைகளுடன் கருப்பையூக்கி நீர்மம் இணைக்கப்பட்டால், ஒரு பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினை உருவாகின்றது. இவ் வாய்வுகளின் மூலம் பால் சுரத்தலில் பெருமூளைப் புறணியின் பங்கைப் பற்றித் தெளிவாக்க இயலுகின்றது.

நரம்பு மண்டலம் மூளையடிச் சுரப்பியின் மீதும், மற்ற அகச் சுரப்பிகளின் மீதும் செலுத்தும் வயத்தன்மையைப் பொறுத்து, முலைச் சுரப்பிக்குச் செல்லும் அனைத்து நரம்புகளும் துண்டிக்கப்பட்ட பின்னும், சூலின்போது அவை பெருக்கமடைவதாக 1894-இல் பாவுலோவ் ஆய்வுக் கூடத்தில் நிறுவப்பட்டது. கருவ

கங்களின் பணியுடன் இது தொடர்பு கொண்டதாகத் தெளிவாக்கப்பட்டுள்ளது. பால் முதிர்ச்சியின் போது, முலைச் சுரப்பிகளின் வளர்ச்சி தீட்டுறு நீர்மங்களால் விளைகின்றது. கருவகங்கள் பூப்பிற்கு முன்னரே நீக்கப்பட்டால், இச் சுரப்பிகள் முதிர்வதில்லை.

பால் சுரத்தலை நரம்பு மண்டலம் நேராகவும், நரம்பு - நீர்க்கூறு நுட்பமுறையிலும் - மறுவினையால் ஒழுங்கமைக்கப்படும் மூளையடிச் சுரப்பி நீர்மங்களின் சுரத்தலாலும் - வயப்படுத்துகின்றது. முலைச் சுரப்பிகளின் வெளிச்செல் நரம்பிழைகள் தூண்டப்பட்டால் பால் சுரப்பு குறைந்து, பாலிலுள்ள திடப் பொருள்கள் மிகுதியாவதாகப் பாவுலோவ் ஆய்வுக்கூடப் புள்ளியியல் காட்டுகின்றது. இந் நரம்பிழைகள் துண்டிக்கப்பட்டபின் நோவுத் தூண்டுகையால் பால் சுரப்பு குறைவதில்லை. அதேபோழ்து முலைச்சுரப்பிகளின் அனைத்து நரம்பூட்டமும் துண்டிக்கப்பட்டால், பால் சுரப்பு குறைகின்றது. முலைக்காம்பு குழந்தையால் தூண்டப்படும்பொழுது மறுவினையால் மூளையடிச் சுரப்பியிலிருந்து பால்சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம் சுரக்கின்றது. எலிகளின் பின் மூன்று இணை முலைச்சுரப்பிகளுக்குச் செல்லும் நரம்புகளையுடைய தண்டு வடப்பகுதி துண்டிக்கப்பட்டபின் எலிக் குஞ்சுகள் அம் முலைக்காம்புகளைப் பற்றியீர்த்தால் பால் சுரப்பு குறைகின்றது. ஆனல் நரம்பூட்டமறுபடாத முன் முலைக்காம்புகளைப் பற்றியீர்த்தால் எல்லா முலைச்சுரப்பிகளிலும் பால் சுரக்கின்றது. இவ்வாறு நீர்க்கூறு நுட்பமுறை முலைக்காம்பு முலைச் சுரப்பிகளுக்கிடையேயான மறுவினையில் வெளிச்செல் இணைப்பாக உள்ளது. சூலுற்ற நிலையில் கருவக நீர்மங்களான - கருவுறு, தீட்டுறு நீர்மங்கள் முலைச்சுரப்பியின் பருமனை மிகுதியாக்குகின்றது. தீட்டுறு நீர்மங்கள் பால் நாளங்கள், இணைப்புத்திசு ஆகியவற்றின் வளர்ச்சியையும், கருவுறு நீர்மம் பால் சுரக்கும் நுண்ணறைகளின் முதிர்ச்சியையும் தூண்டுகின்றன.

பால் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம், சூலுற்றநிலையில் முலைச்சுரப்பிகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகின்றது; ஈன்றபின் இந்நீர்மம், கருவுறு நீர்மத்துடன் இணைந்து இவ்வளர்ச்சியைத் தூண்டுகின்றது. சூலின் இறுதியில் மூளையடிச் சுரப்பியை நீக்கினல் பால் சுரக்க இயலாது; பால் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மத்தை உடலில் செலுத்தினல் இச் சுரத்தல் மீண்டும் நிலைநிறுத்தப்படுகின்றது.

குருதிக் குழாயமைப்பு சுரப்பியின் சிறு நாளங்கள் ஆகியவற்றிலுள்ள ஏற்பிகளும், முளைக்காம்புத் தோலிலுள்ள ஏற்பிகளுமே முலைச்சுரப்பிகளின் ஏற்பியமைப்புகளாகும். சீரான சுரத்தலுக்கு சுரப்பியிலிருந்து தோன்றும் தூண்டுதல்களின்

இன்றியமையாமையை மேற்கூறிய புள்ளியியல்கள் காட்டுகின்றன.

உயிரமைப்பின் உடலியங்கியல் பண்புகள் பிறப்பு வழிப் பரவுதல்

(Hereditary Transmission of Acquired Physiological Characters of the Organism)

விலங்கின முதிர்ச்சியின்போது, புறச்சூழ்நிலேயின் வயங்களால் அதன் உடலியங்கியல் செயல்முறைகளில் பல்வேறு சிறப்பியல்புகள் தோன்றுகின்றன. இவைகளில் தசைப்பணிகளால் தசைகளின் இயற்கை உருவ அமைப்பு இயங்கியல் ஆகியவற்றில் விளேயும் மாறுபாடுகளும், உயிரியக்குறை, புறவெப்பநிலே, உணவு ஆகியவற்றுக்கு ஏற்றவாறு தோன்றும் நிகழ்வுகளும், அடங்கியுள்ளன.

பாவுலோவ், மிச்சுரின் கொள்கைப்படி சூழ்நிலேக்கேற்றவாறு மாற்றியமைக்கப்படும் நிகழ்வுகள் பிறப்புவழிப் பரவும் தன்மையுடையதாயிருக்க இயலும்.

ஆய்வுநிலேகளில் உயிரமைப்பில் இப் பிறப்புவழிப் பரவுந் தன்மையைப்பற்றிக் குறைவாகவே அறியப்படினும், உயிரியல், மற்ற பல்வேறு நிகழ்வுகளில் சில சிறப்புத் தன்மைகள் பிறப்பு வழிப் பரவுதல் நிறுவப்பட்டுள்ளது.

தசைப்பணிகளால் எலிகளால் நிகழும் சில சிறப்புத் தன்மைகள் (தசையின் அளவு, வேதிச் சேர்க்கை ஆகியன) பிறப்பு வழிப் பரவி அதன் சந்ததிகளில் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றது. எலிகளேக் குறைந்த காற்றழுத்த நிலேயில் வைப்பின், அதன் மூளேயிலுள்ள உயிரியமேற்றி நொதிகளின் உள்ளடக்கத்தில் மாறுபாடு நிகழ்கின்றது. இம் மாறுபாடுகள் பின்னர்த் தோன்றும் சந்ததிகளிலும் காணப்படுகின்றன.

ஆடுகளேக் கொண்டு செய்த ஆய்வுகளும் இதையொத்த உடலியங்கியல் இன்றியமையாமையைக் காட்டின. ஐரோப்பிய சமதரை வாழ் ஆடுகளில் 6 தலேமுறைகளேக் கடல் மட்டத்திற்கு 2500 மீட். உயரத்தில் வளர்ப்பதால் முதல் தலேமுறைகளில் தோன்றிய செவ்வணு எண்ணிக்கை, உயிர்த்தல் ஆகியவற்றின் மாறுபாடுகள், பின்னர்த் தோன்றும் தலேமுறைகளில் உயிரியக் குறைக்குச் செயல்படுதல் குறைதலால், மறைந்து மலேவாழ் ஆடுகளேயொத்த தன்மையுடையனவாகின்றன. இவ்வாருகப் புறச் சூழ்நிலே உயிரமைப்பில் தோற்றுவிக்கும் வயங்கள் பற்றிப்

பல தலைமுறைகளில் காண இயலும். இவை, குறிப்பிட்ட சூழ் நிலைகளில் தோன்றும் பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் மறையாமல், பிறப்பு வழிப் பரவி அதன் சந்ததிகளையடையும் என்ற பாவுலோவின் கொள்கையை நிறுவுகின்றன.

விலங்கின உயிரமைப்பின் முதிர்ச்சி நிலைகள்
(Stages in the Development of the Animal Organism)

சூழ்நிலைக்கும் முதிர்ச்சியடைகின்ற உயிரமைப்பிற்குமிடையே சிறப்பான தொடர்புள்ளது. முதிர்ச்சியின் முதல்நிலையில் கருவுற்றுப் பிரியும் கருவணு விரவுதல் முறையால் சூழ்ந்துள்ள நீர்மையிலிருந்து அல்லது குருதியோட்டம் வழியாக மஞ்சள் கருப்பையிலிருந்து உணவூட்டம் பெறுகின்றது. பாலுண்ணிகளில் இந்நிலை குறுகிய காலமே நீடிப்பினும், பறவைகளில் முழுக் கருப் பருவத்திலும் இந்நிலை தொடர்கின்றது.

இரண்டாவது நிலையில் நச்சுக்கொடி மூலம் தாயினிடமிருந்து கரு உணவூட்டம் பெறுகின்றது. இதனால் தாயைத் தாக்குகின்ற அனைத்து வயங்களும் குழவியையும் பாதிக்க நேருகின்றது.

பாலுண்ணிகளில் பிறப்பிலிருந்து கண்கள் திறக்கும் வரையிலான நிலை மூன்றாவது நிலையெனப்படும். இந்நிலையில் வெப்பநிலை ஒழுங்கமைப்பு அசைவுகளின் ஒன்றிய தன்மை போன்றவை தோன்றாமையாலும், பாலுக்கு மட்டுமே செரிக்கும் பாதை பழக்கப்பட்டிருப்பதாலும், குழந்தை தானாக இயங்க இயலாது. இந்நிலையில் உணவூட்டல் தன்மை மேற்கொண்டு தோன்றும் முதிர்ச்சி நிலையைப் பெரிதும் வயப்படுத்துகின்றது. மனிதர்களில் இயங்கு செயல்முறைகள் உருவாகி உடல், தலை ஆகியவற்றை நிலைப்படுத்தும் மறுவினைகள் முதிர்ச்சியடையும் வரை இந்நிலை நீடிக்கின்றது. எவ்வாறாயினும் பூப்பிற்கு முன்னர், உயிரமைப்பு சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு செயல்படும் முறை, வளர்ந்தவர்களிலிருந்து மாறுபடுகின்றது. வளர்ந்த விலங்குகளில் ஒவ்வாத சூழ்நிலைகளில் உலைவுறும் பணிகள், சீரான சூழ்நிலை மாறும்போது மீண்டும் முன்னைய நிலையையடைகின்றன.

சூழ்நிலைக் கேற்றவாறு தன்னிலையை மாற்றிக்கொள்ளும் வகையில் பல்வேறு செயல்முறைகள், முதிர்ச்சியின் எஞ்சிய நிலைகளில் தோன்றுகின்றன. நடுநரம்பு மண்டலச் செயல்முறை இன்றியமையாததாகி, சூழ்நிலையுடன் உயிரமைப்பு சமநிலையடையத் தேவையான பல பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகளும் உருவாகின்றன.

பகுதி XII

தசை நரம்பு இயங்கியல்

(Physiology of the Muscles and Nerves)

47. தசையியங்கியல்

(Phyisology of the Muscles)

இயங்கமைப்பின் பொது இயல்புகளும் அதன் படிமலர்ச்சியும்

(General Characteristics and Evolution of the Motor Apparatus)

இதுவரை நாம் விளக்கிக் கூறிவந்த வளர்சிதை மாற்றம், காற்றோட்டம், உயிர்த்தல், செரித்தல், கழிவுமுறைகள் போன்ற உயிரினங்களின் இயக்கங்களைப் பொதுவியக்கங்கள் எனக் கூறுவர். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் ஃபிரஞ்சுநாட்டு உடற்கூறியலாளராகவும், உடலியங்கியலாளராகவும், மருத்துவ ராகவும் விளங்கிய பிகாட் என்பவரே இப் பெயரினைச் சூட்டினார். அஃதாவது மேற்கூறிய செயல்கள் யாவும் உயிரினத்தின் வளர்ச்சியினைச் சார்ந்தவைகளே. மேலும் இச்செயல் விலங்கு களுக்கும் தாவரங்களுக்கும் பொதுவானவைகளாகும். தாவர உலகில் காணப்படாத விலங்குகளில் மட்டுமே காணப்படும் இயக்குதசைகள், நடுநரம்பு மண்டலப் புலனுறுப்புகள் ஆகிய வற்றின் இயக்கங்களை விலங்கியக்கங்கள் என அழைக்கின்றனர். மேலும் மேற்கூறிய பொதுவியக்கங்களை நடுநரம்பு மண்டலத்தைச் சாராத தனிப்பட்ட தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம் கட்டுப்படுத்து கிறது என்ற கருத்தும் இவ்வகைச் செயல்களைப் பிரிப்பதற்குத் துணைநிற்கிறது.

முழுமையான ஒரு விலங்கினிடத்து விலங்கியக்கங்கள் மட்டு மன்றிப் பொதுவியக்கங்களும் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் சிறப் பிடமான பெருமூளைப்புறணியால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன வென்று பாவுலோவும் அவரது மாணவர்களும் செய்முறைகள் மூலம் நிறுவியபின்னர், இவ்விரண்டு பிரிவுகளுக்குமிடையே உள்ள வேறுபாடு இன்று மறைந்துவிட்டன. பொது இயக்கங்கள் தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தின் வழியாகப் பெருமூளைப் புறணியால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. நடுநரம்பு மண்டலத்தின் சிறப்பிடத்தால் கட்டுப்படுத்தப்பெறினும் பெருமூளைத் தண்டுவட அமைப்புகள் வழியே கட்டுப்படுத்தப்படுவதில்லை.

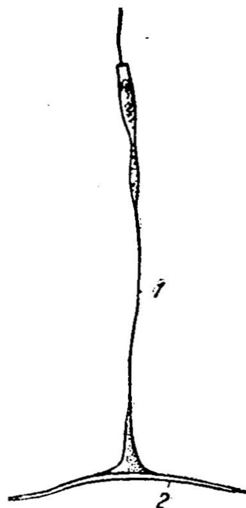
பொதுவாக நடுநரம்பு மண்டலத்திலிருந்து இயக்கு (Motor) நரம்பிழைகள் வழியாகவரும் தூண்டல்களின் விளைவாகவே முதுகெலும்பினங்களின் இயக்குதசைகள் சுருங்குகின்றன. உயி ரினங்களின் அகச்சூழலிலும் புறச்சூழலிலும் ஏற்படும் மாறுதல்கள் அக, புற ஏற்பிகளில் ஏற்படுத்தும் விளைவுகளினால் நடுநரம்பு மண்டலத்தில் இயக்கு தூண்டல்கள் உருவாகின்றன. ஏற்பிகளில் தோன்றும் கிளர்ச்சி உட்செல் நரம்பிழைகளின் வழியாக நடுநரம்பு மண்டலத்தையடைகிறது. அங்கு உட்செல் நரம்பணுக்களி லிருந்து வெளிச்செல் நரம்பணுக்களுக்கு அக் கிளர்ச்சி அனுப்பப் படுகின்றது. இவ்வாறு நடுநரம்பு மண்டலத்தில் கிளர்ச்சி அனுப்பி வைப்பதற்கு இடையிடை நரம்பணுக்கள் தேவைப் படுகின்றன.

இவ்வாருக விலங்குகளின் இயக்கங்கள் யாவும் மறுவினைக ளாகவே இருக்கின்றன. விலங்குகளின் எளிய தசையியக்கச் செயல்கள் மட்டுமன்றி மனித இயக்கத்தின் சிக்கலான செயல் களும் மறுவினைகளாலேயே நடைபெறுகின்றன என்ற கொள்கையை உடலியங்கியலுக்குத் தந்ததன்மூலம் செசனேவ் உலக உடலியங்கியலுக்குப் பெரும் தொண்டாற்றினார் எனலாம். மனிதனின் செயல்கள் யாவும் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் சிறப் பிடங்களில் நடைபெறும் மறுவினைகளாலேயே நடைபெறு கின்றன எனக் கூறி அவற்றிற்கு மூளையின் மறுவினைகள் என்று இவர் பெயரிட்டார். நரம்பு மண்டலத்தின் சிறப்புச் செய் முறையில் நிறுவிடும் பாவுலோவ் கருத்துகளுக்கு, செசனேவின் கொள்கைகள் ஒரு தூண்டுதலாக விளங்கின.

பல உயிரணுகொண்ட உயிரினங்களின் இனவளர்ச்சித் தொடக்க நிலையிலேயே நரம்பணுக்களுக்கும் தசைநார்களுக்கும் இடையே தொடர்பு உருவானது. ஒற்றை உயிரணு உயிரினங் களில், உயிர்ப்பிசிதமே கிளர்ச்சியடையும் தன்மையும் சுருங்கும் தன்மையும் உடையது. ஆனல் பல உயிரணு கொண்ட

உயிரினங்களின் திசுக்களும் உயிரணுக்களும் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு மாற்றியமைத்துக் கொள்ளும் பொருட்டு தனிப் பண்புகளையுடையன. அப்பண்புகளில் சிறப்புப்பெற்று விளங்குவதால் இவ்வுயிரினங்கள் சிறப்பான தசைநார்களைக் கொண்டு இயங்குவதன்மூலம், புறத்தூண்டுகைகளுக்கு மறுவினை ஏற்படுத்தும் இயல்புகொண்டிருக்கின்றன. இத்தசை நார்கள் நீண்டும் மிக இழைபோன்ற அமைப்பும் கொண்டவை, சுருங்கும் ஆற்றலுமுடையவை.

வயிற்றுடலிகளின் (Coelenterata) மேலிழைம - தசை உயிரணுக்கள் போன்று படிமலர்ச்சியில் தாழ்ந்த இனங்களில் உயிரணுக்களின் ஒரு பகுதிமட்டுமே தசைநாராக உருப்பெறுகின்றது. இவ்வுயிரணுக்களின் கீழ்ப்பகுதி நீண்ட சுருங்குந் தன்மையுடைய நார்போன்றும், அதன் புறப்பகுதி ஏற்புப்பணி புரிவதற்கேற்றவாறும் அமைந்திருக்கின்றன. எனவே ஓர் உயிரணுவே மேலுறையாகவும் ஏற்பியாகவும், சுருங்கும் தன்மையுடையதாகவும் விளங்குகிறது. ஆயினும் வயிற்றுடலிகளின் உயாவினங்களில் ஏற்கும் பணியும் சுருங்கும்பணியும் தனித் தனியாகப் பிரிந்து செயல்படுகிறது. இவற்றின் மேலிழைம உயிரணுக்களுக்கு வழங்கப்பட்டுள்ள நீண்ட இழையின் நுனிக் கிளைகள் ஆழ்ந்து அமைந்துள்ள தசைநார்களில் சென்று முடிவடைகின்றன (படம் 183). மெடுசே போன்ற உயிரினங்களில் ஏற்பி உயிரணுக்களுக்கும், தசை உயிரணுக்களுக்குமிடையே பல்வேறு கீற்றுகளைக் கொண்ட நரம்பணுக்களின் பின்னல் ஒன்று இருக்கிறது.



படம் 183

அனிமோனியா சல்கேட்டா என்னும் பவழப்பல்கால் உயிரினத்தின் தசை மேலிழைம உயிரணு:
(1) மேலிழைம உயிரணு
(2) தசைநார்.

இனவளர்ச்சியின் முதிர்ந்த நிலையில், ஏற்பு அமைப்புகளுக்கும் தசைகளுக்குமிடையேயுள்ள தொடர்பு மிகச் சிக்கலுடையதாக இருக்கிறது. இங்கும் பல நரம்பணுத் தொகுதிகள் - நரம்பு முடிச்சு - வழியே இத்தொடர்பு உருவாகிறது. முதுகெலும்பினங்களில் இத் தொடர்பு தண்டுவடம், மூளை ஆகியவற்றிலுள்ள அமைப்புகள் வழியே உருவாகிறது.

தண்டுவடத்தின் முன் கொம்புகளில் அமைந்திருக்கும் நரம்பணுக்களின் (இயங்கு நரம் பணுக்கள்) நீண்ட விழுதுகளால் உருவான இயக்கு நரம்புகள் (வெளிச்செல் நரம்புகள்) வழியாகவே முதுகெலும்பினங்களில், தூண்டலைகள் நடுநரம்பு மண்டலத்திலிருந்து தசைகளுக்குச் செல்கின்றன. இனவளர்ச்சியின் இந்நிலைகளில் புறப்பரப்பு நடுநரம்பு மண்டலங்களை உள்ளடக்கிய இயங்கமைப்பின் செயலுறுப்பாகத் தசை விளங்குகிறது.

தசைகளின் அமைப்பும் அவைகளின் பணிகளுக்கேற்ற இயல்புகளும்
(Structure and Functional Properties of Muscles)

தசைத்திசுவின் தலையாய வகைகள் (Principal types of Muscular Tissue): தசைகள், அவற்றின் அமைப்பு, அவை ஆற்றும் பணி ஆகியவற்றின் அடிப்படையில், வரித்தசை, வரியிலாத்தசை என இரு பிரிவாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. வரித்தசைகள் கை கால்களை அசைக்க உதவுகிறது. மேலும் இவை என்புத்தசைகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவை பல்வேறு முரண்பட்ட அமைப்புடைய நார்களால் ஆக்கப்பட்டவை. மேலும் இவை, மற்றவைகளைவிட விரைவில் சுருங்கும் தன்மையுடையவை. வரியிலாத் தசையில் உள்ள நார்கள் ஒரே தன்மையுடைய அமைப்புடையன. உட்குழிவான உள்ளுறுப்புகள் குருதிக் குழல்களின் சுவர்களை இத்தசைகளே உருவாக்குகின்றன. குருதிக் குழல்களின் புழையளவும் ஓர் உறுப்பு நிரம்புவதும் காலியாவதும் இத்தசைகளின் சுருக்கத்தைப் பொறுத்தே அமைகின்றன. இத் தசைகள் மெல்ல மெல்லவே சுருங்கினும் இவற்றின் சுருக்கம் நீண்டநேரம் நீடித்திருக்கும்.

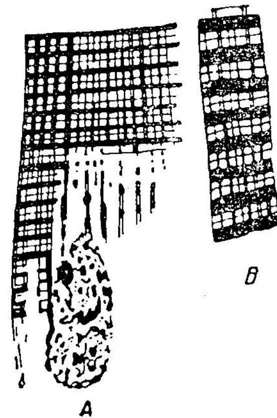
பெருமூளைப் புறணியிலிருந்து வரும் தூண்டலைகளால் வரித் தசைகள் தூண்டப்படுகின்றன என்ற மெய்ம்மையின் அடிப் படையில் இத்தசைகளை 'இயக்குதசைகள்' எனவழைப்பர். இப் பெயர் பொருளற்ற ஒன்றாக இருப்பதாலும் புறணியில் செயலைப் பற்றிய தவறான கருத்துகளை இப்பெயர் தரும் என்பதாலும், இப்பெயர் இங்குப் பயன்படுத்தத் தகுதியற்றதாகிறது.

முதுகெலும்பினங்களின் இதயத்தசை தனியியல்புடையது. வரியுடையதாயிருப்பினும் வரியில் தசையின் சில பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது. முதலில் நாம் வரித்தசையின் இயல்புகளைப் பற்றிக் காண்போம்.

தசைநாரின் அமைப்பு (Structure of Muscle Fibre): தசை நாரில் இருவகையான உயிர்ப்பிசிதத்தைக் காண்கிறோம். ஒன்று

வழக்கமான உட்கருவுடைய உயிர்ப்பிசிதமாகும். மற்ருென்று இழை அமைப்புடைய ஐஞே பிளாசமெனப்படும் வேறுபாடு கொண்ட உயிர்ப்பிசிதமாகும். படிமலர்ச்சியின்போது வேறுபாடடையாத உயிர்ப்பிசிதமே பெரும்பாலும் இழை அமைப்பினை உருவாக்குகிறது. முதுகெலும்பினங்களின் என்புத் தசைகளில் (வரித்தசைகளில்) தசைநார்களின் உரைகளுக்கு அடியில் (Sarcolemma) ['சார்க்கோலெம்மா'] நரம்பிழைகளின் விளிம்பில் சார்க்கோபிளாசம் உட்கருவுடன் செறிவாயடைந்திருக்கிறது.

தசைநாரிழைகள் செறிவாக அமைக்கப்பட்டிருப்பதால் உருப்பெருக்கியின் துணைக்கொண்டு பார்க்கும்பொழுது தசைநார்களில் நீள்வரிகளைக் காண்கிருேம் (Longitudinal Striations). மேலும் தசை மெல்லிழைமங்களில் ஒளியினைப் பல்வேறு வழிகளில் திசை மாற்றிடும் பகுதிகள் இருப்பதால் வரித் தசைகளில் குறுக்கு வரியிருப்பதும் தெரிகிறது (Transverse Striations) ஒளியில் உருப்பெருக்கி வழியே பார்க்கும்பொழுது ஒவ்வொரு இழையிலும் இருண்டகரு வட்டுகளும் தெளிவான வட்டுகளும் மாறிமாறி ஒழுங்காக அமைந்திருப்பதைக் காணலாம் (படம் 184). தெளிவான வட்டுகளின் நடுவே மெல்லிய கருங்கோடுகள் குறுக்காகச் செல்கின்றன. தசைநாரின் தொலிவரை எல்லா நாரிழைகளின் வழியாகச் செல்லும் இக் குறுக்குக் கோடுகள் தசைநாரின் உருக்கூடாக விளங்குகின்றன. இக் கோடுகளால் எல்லா நாரிழைகளின் வட்டுகளும் ஒரே மட்டத்திலிருக்கின்றன. எனவே குறுக்கு வரி மிகத் திண்மையாகத் தெரிகிறது.



படம் 184
வரித் தசையமைப்பு
அ (A) - மனிதத் தசைநாரின் தசைநாரிழைகள்
ஆ (B) - தசை நாரிழைக் கற்றை
(இலெவியைப் பின்பற்றியது)

குறுக்கும் நெடுக்குமாகச் செல்லும் இக் கோடுகளால் தசைநார் சார்க்கோமீர் (Sarcomers) எனப்படும் சிறுசிறு கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

கரு வட்டுகள் வேறுவேறு பக்கங்களில் வேறுவேறு பண்புகளுடைய அமைப்பாகும் (Anisotropic Stuctures). இவற்றின்

இயங்கியல், சிறப்பாக ஒளியியல், மின்னியல் பண்புகள் (சான்ருக மின்கடத்தும் தன்மை) குறுக்குப் போக்கிலும் நீள்போக்கிலும் வேறுபடுகின்றன. நீள்போக்கில் புரத அணுத்திரள்கள் ஒழுங்காக அமைந்திருக்கின்றன என்பதையே காட்டுகிறது. உருப்பெருக்கியின் துணைகொண்டு ஆயும்போது இருதிசை மாற்றத்தை நாம் காண்பதிலிருந்து கருவட்டுகளின் ஒளிமுறிவுபற்றி அறிகிருேம். ஒளிவட்டுகள் ஒரே பண்புடையனவாக இருக்கின்றன. இவைகள் திசைமாற்றத்தை மட்டுமே செய்கின்றன.

வரியில் தசை (Smooth Muscle) நார்களிலும் வேறுவேறு பக்கங்களில் வேறுவேறு பண்புகளையுடைய பொருள்கள் இருக்கின்றன. ஆனுல் வரித்தசைகளைப் போலன்றி இவற்றில் இப்பொருள்கள் சமமாகப் பரவியிருக்கின்றன. விரைவாகச் சுருங்கும் வரித்தசைகளும் மெல்லமெல்லச் சுருங்கும் வரியில் தசைகளும் செய்யும்பணிகளிடையே உள்ள வேறுபாடுகளுக்கும் இவைகளின் அமைப்பிலுள்ள வேறுபாடுகளுக்கும் தொடர்பு உண்டு.

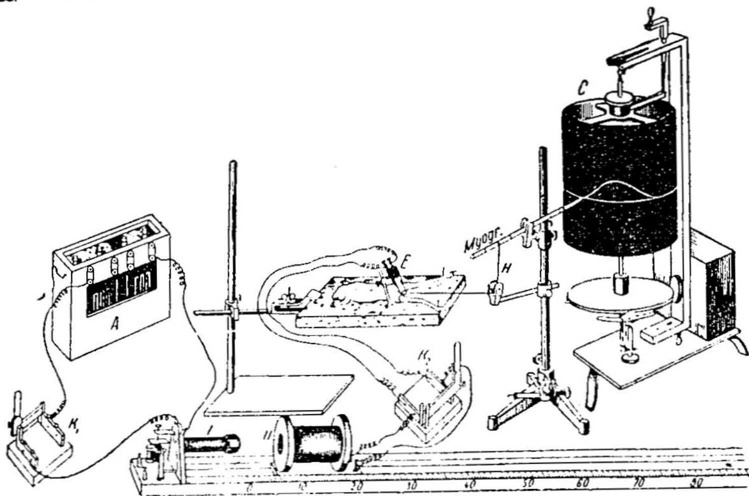
இவ்விரு வகையான தசைநார்களும் ஒரே தசையில் இருக்கும்பொழுது இவற்றின் பணிகளும் வேறுபடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சில இலெடெரல்லி பிராங்கியேட் நத்தைகளில் கூட்டினை மூடிடும் தசை வரித்தசை நார்களையும், வரியில் தசை நார்களையும் கொண்டுள்ளது. வரித்தசை நார்கள் சுருங்கும் போது கூடு மெதுவாக மூடப்படுகிறதெனினும் கெட்டியாக மூடப்படுவதில்லை. கூடு நெடுநேரத்திற்கு மூடப்படவேண்டுமெனின் (எடுத்துக்காட்டாக நிலத்தில்) வரியில் தசை சுருங்குகிறது. இத்தசைகளின் சுருக்கம் பலமணிநேரம் நீடித்திருக்கும்.

தசைகளின் இயக்கம் தொடங்கிய பின்னரே வரிகள் தோன்றுகின்றன எனச் சில கண்டுபிடிப்புகள் காட்டுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக இளம் ஈக்கள் முதன்முறையாகப் பறந்த பின்னரே அவற்றின் தசைகளில் வரிகள் தோன்றுகின்றன. இதற்கு நேர்மாருகச் செயலிழந்த அல்லது மெலிவடைந்த தசைகளில் இவ்வரிகள் மறைந்துவிடுகின்றன. சான்ருக, சிலந்திப் பூச்சிகளில் முட்டைகள் முதிர்ச்சியடையும்போது நீண்டுவிடும் பெண்பூச்சிகளின் வயிற்றுத் தசைகள் பின்னர் செயலற்றுப்போய் வரிகளை இழந்துவிடுகின்றன.

தசையின் கிளர்திறன் (Excitability of the muscle): நரம்புத் திசுவினைப் போன்றே, தசைத்திசுவின் அடிப்படையான செயல் இயல்புகளில் ஒன்று கிளர்திறனுகும். அஃதாவது தசைகள் சில தூண்டுகைகளின் செயலால் கிளர்ச்சியடையும் ஆற்றலைப் பெற்

றிருக்கின்றன என்பதாகத் தசைகளின் கிளர்ச்சிநிலை அவை சுருங்குவதன்மூலம் வெளிக்குத் தெரிகிறது.

பொதுவாக மறுவினைகளாலேயே உருவாகும் - அஃதாவது ஏற்பிகள் தூண்டப்படுவதனால் நடுநரம்பு மண்டலத்தில் ஏற்படும் தூண்டலைகளால் உருவாகும் - தசைகளின் சுருக்கத்தினை, அத்தசையினை நேரடியாகத் தூண்டுவதன்மூலமும், அத்தசைக்குரிய இயக்கு நரம்பினைத் தூண்டுவதன் மூலமும் உருவாக்கிட முடியும்



படம் 185

தசை நரம்புத் தொகுப்பினை மின்னால் தூண்டுவதற்கான ஆய்வக அமைப்பு

அ (A)=மின்கலம்; க, க$_2$ (K, K$_2$): பொருத்திகள்.

I : தலைமின்சுற்று; II: துணை மின்சுற்று.

மி. (E)=தசையிலோ நரம்பிலோ இணைக்கப்படும் மின்தண்டு.

தசைப்பதிவி : (Myograph)=தசைப் பதிவியும் ஈ (H) என்ற அமைப்பும் உ (C)=அலைபதிவியின் உருளை.

இருமின் சுற்றுகளுக்குமிடையேயுள்ள இடைவெளியின் அளவினைக் கொண்டு (சென்டிமீட்டர்களில்) தூண்டுதலின் வலிவு கணிக்கப் படுகிறது.

எனச் செய்முறைகள் நமக்குக் காட்டுகின்றன. செயற்கை முறையில் நரம்பினைத் தூண்டுவதால் ஏற்படும் கிளர்ச்சி அந்நரம்பில் பரவி, அதற்குரிய தசைக்குச் செல்வதனால் அத்தசையினைச் சுருங்கச் செய்கிறது. இவ்வாறு தசை சுருங்குதல் நரம்பு செயல் நிலையில் இருக்கிறது என்பதைத் துல்லியமாகக் காட்டிடும் கருவி போலாகும்.

எனவே உடலிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட தசையும் அதனுடைய நரம்புத்தண்டும் கொண்ட தசை நரம்புத் தொகுப்பினைக்கொண்டே தசை நரம்பு இவற்றின் செயலியல்புகளை அறிவது எளிதாகிறது. மாறும் வெப்பநிலையுடைய விலங்குகளின் தசைகளே இவ்வியல்புகளை அறியப் பயன்படுகின்றன. ஏனெனில் இவற்றிற்கு உயிரினத்தை விட்டுப்பிரிந்த பின்னர் உயிர்மச் செயல்களை நீடித்துக் கொள்வதற்குச் சிறப்பான நிலைகள் (வெப்பம், உயிரியம் போன்றவை) தேவையில்லை. பெரும்பாலும் தவளையின் கெண்டைக்கால் தசையும் பின்தொடை நரம்பும் கொண்ட தசை நரம்புத் தொகுப்பே செயல்முறைகளுக்குப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. இத்தொகுப்பு உயர்ந்துவிடாதிருக்க உவர்ப்பு நீரால் (0·6% உ. பா. கரைசல்) நனைக்கப்படுகிறது. இந்தத் தொகுப்பு ஈரக்கசிவான ஓர் அறையில் வைக்கப்படுகிறது.

நரம்பினையும், தசையினையும் தூண்டுவதற்குப் பலவகையான செயல்கள் இருக்கின்றன. குத்துதல், தட்டுதல், குறுக்காகக் கீறல் போன்ற இயல்நிலை இயக்கம் சார்ந்த தூண்டுகைகள், சூடேற்றல் போன்ற வெப்பத்தூண்டுகைகள், அமிலம், காரம் உப்பு போன்ற வேதியியல் தூண்டுகைகள் ஆகியவை பயன்படுகின்றன. எனினும், இவற்றைவிட மின்தூண்டுகைகளே (நிலைமின்னோட்டத்தின் இணைவு, முறிவு, அணுக்கநிலை மின்பாய்வு, மின்விசையேற்றியின் மின்பாய்வு) பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இத்தூண்டுகைகள் உடனடியாகச் செயல்படுவதோடு இவற்றின் வலிவு, தன்மை, காலம் ஆகியவற்றின் மிகத்துல்லியமாகக் கணக்கிட மிக எளிதாக விருப்பதே இத்தூண்டுகைகள் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுவதற்குக் காரணமாகும். இவை திசுக்களின் மீது செயல்படும் காலம் குறைவாக இருக்கிறதென்பதோடு மிதமான வலுவில் பயன்படுத்தப்படும் பொழுது இவை திசுக்களுக்கு நிலையான ஊறு விளைவிப்பதில்லை.

தசை, நரம்பு ஏற்பாட்டினை மின்னால் தூண்டுவதற்கான கருவி 185ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. தசையின் இயக்கு நரம்புத் தூண்டுதலுக்கு எதிர் செயலாற்றும் தசையின் திறனை, அஃதாவது நரம்பிலிருந்து வரும் தூண்டலைகளுக்கு எதிர்ச் செயலாற்றும் தசையின் திறனை 'தசையின் மறைமுகக் கிளர்திறன்' என அழைக்கிறார்கள். எனினும் தசையின் மீதே தூண்டுகைகள் நேரடியாகச் செயல்படும்போதும் தசையிலுள்ள இயக்கு நரம்பு நுனிகள் தூண்டப்படுவதனாலேயே தசைகளில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன என்றும் கொள்ளமுடியும் என்பதை மனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

தசைநாருக்கே கிளர்திறனுண்டு. இயக்கு நரம்பின் நுனியற்ற தசைநாரின் பகுதியினைத் தூண்டித் தசைச்சுருக்கத்தை ஏற்படுத்து வதன்மூலம் இதனை மெய்ப்பிக்க முடியும். இத்தகைய நரம்பு நுனியற்ற பகுதிகள் சில தசைகளின் (சான்ருகத் தவளையின் சார்ட்டோரியசு தசை) முனைகளில் இருக்கின்றன. இப் பகுதி களைத் தூண்டுவதன்மூலம்அத்தசைகளைச் சுருங்க வைக்க இயலும். மேலும் குராரி போன்ற நச்சுப்பொருள்களைத் தசைகளின்மீது இடுவதன்மூலம் நரம்புகளின் வயத்தன்மைகளை நீக்கிட முடியும். பொதுவாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ள கருத்தின்படி தசைகளில் இயக்கு நரம்புகளின் நுனிகளைக் குராரி செயலறச் செய்துவிடுகிற தெனத் தெரிகிறது. குராரியால் நச்சூட்டப்பட்ட விலங்கில் நரம்பும், தசையும் தங்களுடைய பணியைத் தொடர்ந்து செய்து வருகின்றன. ஆனுல் நரம்பிலிருந்து தசைக்குக் கிளர்ச்சி கடத்தப் படுவதில்லை. எனவே தசையின்மீது நேரடியாகத் தூண்டுகைகள் செயல்படும்பொழுது தசை சுருங்கினுலும், நரம்பு தூண்டப்படும் பொழுது தசை சுருங்குவதில்லை.

தசைகளுக்கு நேர்முகக் கிளர் திறனுண்டு என்பதை மேற் கூறிய செய்முறைகள் தெளிவாகக் காட்டுகின்றன. அஃதாவது நரம்புகளால் அன்றி தசைகளின் மீது நேரடியாகச் செயல்படும் தூண்டுகைகளுக்கும் சுருங்கும் ஆற்றல் தசைகளுக்கு உண்டெனத் தெளிவாகிறது.

தசையின் மற்ருெரு தனியியல்பான சுருங்குந்தன்மையுடன் இக் கிளர்திறன் மிக நெருங்கிய தொடர்புடையது. தூண்டுகை களுக்கு எதிர்வினைவாகத் தனியான முறையில் தன்னுடைய உருவினை அல்லது வடிவினை மாற்றிக் கொள்ளும் ஆற்றலும் பொறிவிரைப்பினை உருவாக்கிடும் ஆற்றலுமே சுருங்குந்தன்மை என அழைக்கப்படுகின்றன. இத்தன்மைகளைப்பற்றி விளக்க மாகவும் விரிவாகவும் கீழே காண்போம்.

தசைச் சுருக்கம்
(Muscular Contraction)

தசைச் சுருக்கத்தின் சமமட்டுடைய நிலையும் சமஉரமுடைய நிலையும் (Isometric and isotonic Conditions of Muscular Contraction): நேரடியாக அல்லது மறைமுகமாகத் தூண்டப்படும் பொழுது, தசைகள் நீட்டுப் போக்கில் சுருங்குகின்றன; அல்லது விறைப்படைகின்றன. இவ்வாறு தசையின் வடிவம், விறைப்பு இவற்றில் ஏற்படும் மாறுதல்களைத் தசைச்சுருக்கம் எனக் கூறுகிருேம். பளுவினைத் தூக்கா நிலையிலும் தசை சுருங்கும்

பொழுது அதனுடைய நீளம் குறைகிறது; அகலம் மிகுதியாகிறது. ஆனால் அதனுடைய விறைப்பு வேறுபடுவதில்லை. தசையின் மாரு நிலையில் தசையின் நீளம் குறைவதால் இவ்வாறு தசை சுருங்குவதை சமஉரமுடைய (isotonic) தசைச் சுருக்கம் என்றழைப்பர். கிளர்ச்சியடைந்த தசை நீளத்தில் குறைய இயலாதுபோயின் (எடுத்துக்காட்டாக, தசைநாண்களால் இருபுறமும் பொருத்தப் படும்பொழுது) விறைப்பினை மேலும் உருவாக்கிப் பெருக்குவதன் மூலமே தசைச்சுருக்கம் வெளியே தோன்றுகிறது. இத்தசைச் சுருக்கத்தை 'சமமட்டுடைய (isometric) தசைச் சுருக்கம்' என்று அழைப்பர்.

ஓர் உயிரினத்தில் தசைச் சுருக்கங்கள் ஒருபோதும் முழுவதும் சமமட்டுடையதாகவோ அல்லது சமஉரமுடையதாகவோ இருப்பதில்லை. பளு ஏதுமின்றிக் கையை அசைக்கும்பொழுது சம உரமுடைய தசைச் சுருக்கம் நிகழ்கிறதெனக் கூறலாம். தூக்கமுடியாத கனமான பளுவினைத் தூக்கமுயலும் போது விறைப்பு ஏற்படும் நிலையைச் சமமட்டுடைய தசைச் சுருக்கமெனக் கொள்ளமுடியும்.



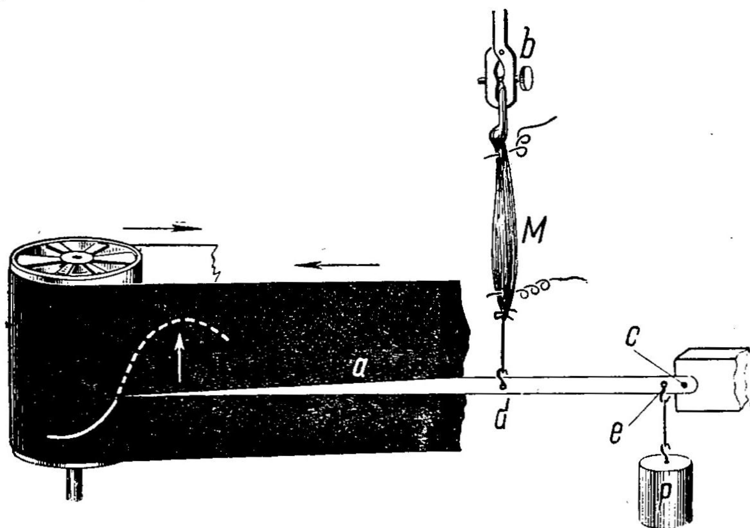
படம் 186

சுருக்கத்தின்போது வரித்தசை நாரின் உருவத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் (a) ஓய்வின்நிலையில் (b) நீட்டப்பட்ட நிலையில் (c) சுருங்கிய நிலையில்

குறுமத்திலிருந்து தசையால் தூக்கமுடியாத அளவுக்குத் தசைக்குரிய பளுவினை ஏற்றிக்கொண்டு போகும்பொழுது தனிச் சமஉரமுடைய சுருக்கத்திலிருந்து தனிச் சமமட்டுடைய சுருக்கம் வரையுள்ள எல்லா இடைநிலை மாறுபாடுகளையும் அறியமுடியும். தசை சுருங்கும்பொழுதும், தளரும்பொழுதும் உருப்பெருக்கியில் காணும் தசைநாரின் தோற்றம் சிறிது மாற்றப்பட்டு 186ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

வரைபடங்கள்மூலம் தசைச் சுருக்கங்களை ஆய்வதற்கு இருவகையான பதிவு கருவிகள் (தசையியக்கப் பதிவு கருவிகள்) (Myographs) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சமஉரமுடைய தசைச் சுருக்கப் பதிவு கருவியில், தசையின் ஒருமுனை ஓர் இடத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. மற்றொரு முனை அதனுடைய தசை நாணினைக் கொண்டு அக்கருவியின் எளிதாக அசைகின்ற நெம்பு கோலுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது (படம் 187). இந்த நெம்பு கோலின் நுனி அலைப்பதிவு கருவியின் புகைபட்ட தாளினைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. வட்டுசுழலும்போது நெம்புகோல் அத்தாளின் மீது வெண்கோட்டினை வரைகிறது.

சமமட்டுடைய தசைச்சுருக்கத்தைக் குறிக்க, கட்டுப்படாத ஒருமுனையை இறுக்கமான சுருக்கமான சுருளுடன் இணைக்க வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் தூண்டும்பொழுது தசைகளின் நீளத்தில் பெரும்பாலும் மாறுதலடையாமல் செய்யமுடியும். தசைகளில் ஏற்படும் விறைப்பினால் சுருளில் ஏற்படும் மிகக் குறை



படம் 187

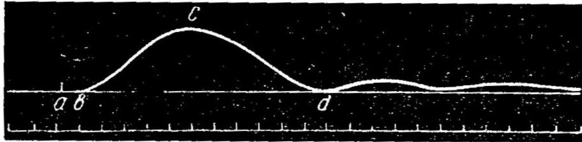
தசைச் சுருக்கத்தைப் பதிவு செய்தல்

கொக்கியுடன் (கொ: b) இணைக்கப்பட்ட தசை (த: M) சுருங்கும் பொழுது, ஆதாரத்திற்கு (ஆ: C) அருகிலுள்ள ஓர் இடத்திலிருந்து (இ: E) தொங்கும் எடையுடன் (எ: L) கூடிய நெம்புகோலை (நெ: d) உயரத் தூக்குகிறது.

சுற்றிவரும் புகைபடிந்த தாளில் (தா.: A) நெம்புகோலின் விடுமுனை தசைச் சுருக்க வளைகோட்டினை வரைகிறது.

வான விரிவினை அச்சுருளுடன் நீண்ட நெம்புகோலை இணைத்துப் பெருக்கம் செய்த அளவுகோட்டில் குறித்திடவியலும் அல்லது சுருளுடன் ஓர் ஆடியை இணைத்து அவ்வாடி எதிரொலிக்கும் ஒளிக்கற்றையினை அலைப்பதிவு கருவியினால் சுழற்றப்படும் ஒளிக் கூருணர்தாளில் விழவைப்பதன்மூலமும் இந்தச் சுருக்கத்தைப் பதிவு செய்யமுடியும். இம்முறையை ஒளிமுறைப்பதிவு என அழைப்பார்கள்.

சுரிப்பு (Twitch) : அணுக்க நிலைமின்பாய்வு போன்ற இமைக்கும் நேரமே நீடிக்கும் தூண்டுதல்களுக்கு ஒரு தசையினை உட்படுத்தும்போது அத்தசை சுரிப்பு என அழைக்கப்படும் இமைக்கும் நேரமே நீடிக்கும் தசைச் சுருக்கத்தின்மூலம் மறுவினை யாற்றுகிறது. சமமட்டுடைய நிலைகளிலும், சமஉரமுடைய நிலை களிலும் விரைவாகச் சுழலும் அலைப்பதிவு கருவியின் உருளையில் பதிக்கப்பெறும் தசைச் சுருக்க வளைகோடும் ஒன்றுபோலவே இருக்கின்றன.



படம் 188

ஒரு தசைச் சுருக்கத்தின் வளைகோடு

அ: (a) தூண்டப்பட்ட காலம் ஆ-இ-ஈ: (bcd). சுருக்கவளைகோடு. கிடைக்கோட்டில் விநாடியின் நூறிலொரு பங்குகளாகக் காலம் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

தசைச் சுருக்கத்தின் அளவு ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள் தூண்டுதலின் விளைவினைப் பொறுத்திருக்கிறது. விளைவினை ஏற்படுத்தப் போதுமான குறுமஅளவு தூண்டுதல் வலிவினைத் தூண்டுதல் குறுமட்டம் (Threshold) என அழைப்பர். இக்குறு மட்டத்திற்கு மேலாகத் தூண்டுதலின் வலிவினை உயர்த்தினால் தசைச் சுருக்க வளைகோடு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு உயர்கிறது. உச்சவிளைவினை ஏற்படுத்தும் தூண்டுதலுக்கு உச்சத் தூண்டுதல் என்று பெயர். உச்சநிலைக்குக் கீழாகத் தூண்டுதல் திறனை உயர்த் திடும்போது தசைச் சுருக்கத்தின் வலிவில் ஏற்படும் உயர்விற்குக் கிளர்ச்சியடையும் தசைநார்கள் சிறிது சிறிதாகக் கூடுதல் ஓரள விற்குக் காரணமாகும். வலுக்குறைந்த தூண்டுதல்கள் மிகு கிளர்திறனுடைய தசைநார்களை மட்டுமே கிளர்ச்சியடையச் செய்கின்றன. உச்சநிலைச் சுருக்கத்தில் தசையிலுள்ள எல்லாத் தசைநார்களும் கிளர்ச்சியடைகின்றன. மேலும் ஒவ்வொரு

தனித்தசை நாரின் சுருக்கமும், தூண்டுதலின் வலிவினைப் பொறுத்து ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லை வரை மிகுதிப்படுகிறது.

ஒருசார்பின் வளைகோட்டில் தூண்டுகை செலுத்திய நேரத்திற்கும் தசை விளைவேற்றத் தொடங்கிய நேரத்திற்குமிடையே சிறு கால இடைவெளியிருப்பதைக் காண்கிறோம். இந்தக்கால இடைவெளியினை தசைச் சுருக்கத்தின் உள்ளுறை நிலை என்பர். பொதுவாக இப்பருவம் 1 வினாடியாகும். இஃது உண்மையான உள்ளுறை காலத்தைவிடச் சற்று மிகுதியாகும். ஏனெனில் தசைப்பொருள்களின் குழைமநிலையும், நீட்டிப்புத் தன்மையும் சுருக்கத்தின் தொடக்கத்தினை மந்தப்படுத்துகிறது. அத்தோடு பதிவுசெய்யும் நெம்புகோலின் உராய்வும் பதிவுசெய்யத் தொடங்குவதை மந்தப்படுத்துகின்றன. இதற்கு மேலாக நரம்பு வழியாகத் தசை தூண்டப்பட்டால் தூண்டப்பட்ட இடத்திலிருந்து தசைக்குக் கிளர்ச்சிநிலை கடத்தப்படுவதற்கு ஆகும் நேரத்தையும் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். தவளையின் கெண்டைக்கால் தசையின் உள்ளுறைகாலம் (Latest Period) 0·0025 வினாடியாக இருக்கிறதென மிகத் திறன்வாய்ந்த கூருணர்ச்சியுடைய ஒளித்தாள் பதிவுமுறைகள் மூலம் காட்ட முடிகிறது. தசைச் சுருக்கத்தின் உள்ளுறைகாலம் அத்திசையில் ஏற்படும் கிளர்ச்சிநிலையின் தொடக்கநிலையைக் குறிக்கிறது. இக்கால வெளியில் தசையில் மின்னழுத்த மாறுபாடுகள் நடைபெறுகின்றன. இம்மாறுபாடுகள் பொறிவிறைப்பு தோன்றுவதற்கு முன் நிகழ்கின்றன.

தசையில் உருவாகும் விறைப்பு தசையின் உட்குழைநிலை கிளர்ச்சியற்ற நிலை ஆகியவற்றை விஞ்சி மேம்படும்பொழுது சுருக்க காலம் தொடங்குகிறது. தவளையினின்றும் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு தசையின் சுருக்க காலம் 1·05 வினாடியாக இருக்கிறது. இதனைத் தொடர்ந்துவரும் தளர்வுகாலம் 0·06 வினாடிவரை நீட்டிக்கிறது. தசைச் சுருக்கத்தினைப்போலவே, தசைத் தளர்வும் தசைநாரின் வேதியியல், இயங்குவேதியியல் மாற்றங்களுடன் தொடர்புடைய தாகவிருக்கிறது. ஒரு தனி தசைச்சுரிப்பு 0·11 வினாடியில் நடைபெற்று முடிகிறது.

தசை களைப்படையும்பொழுது (சோர்வடையும்போது), தசைச் சுருக்ககாலமும் அதிலும் சிறப்பாக தசைத்தளர்வு காலமும் நீட்டித்துவிடுகின்றன. இந்நிலையில் தளர்வுகாலம் முடிவுறுவதற்குப் பல வினாடிகளாகுமளவிற்கு தளர்வுகாலம் மந்தப்பட்டுவிடுகிறது (படம் 189). இம் மந்தமிகு தசைத் தளர்வினை நீடித்த தசைச்சுருக்கம் என்று அழைப்பர்.

பல விலங்குகளில் வரித்தசைகளின் ஒற்றைச் சுரிப்பின் காலம் பெருமளவில் வேறுபடுகின்றது. சூழல் வெப்பநிலையுடைய விலங்குகளில் தசைச் சுருக்ககாலம் ஏறத்தாழ ஒரு வினடியாக இருக்கிறது. மாரு வெப்பநிலையுடைய விலங்குகளில் பெரும்



படம் 189

சோர்வினல் தசையின் சுருக்கத்தில் ஏற்படும் விளைவுகள்
(வாலரைப் பின்பற்றியது)

பாலும் 0·1 வினடி காலத்திற்குத் தசைச் சுருக்கம் நீடிக்கிறது. சில பூச்சிகளின் சிறகுத் தசைகள் மிக விரைவாகச் சுருங்கு கின்றன. சில பூச்சிகளில் 0·003 வினடியில் தசைச்சுருக்கம் நடைபெறுகிறது.

ஒரு விலங்கின் பல்வேறு தசைகளின் தசைச் சுருக்ககாலம் வேறுபடுகிறது. சான்ருக சார்க்கோ பிளாசம் செறிந்த நீடித்த விறைப்புநிலை கொள்ளும் ஆற்றலுடைய தசைநார்களான முயலின் செந்தசைகளைவிட வெண்தசைகளின் உள்ளுறை காலமும் சுருக்ககாலமும் மிகக் குறைவாகும்.

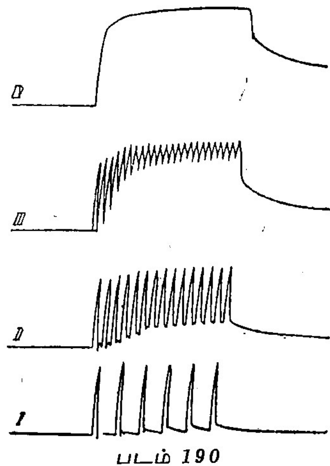
மனிதக் கால்தசையிலிருப்பது போன்று பெரும்பாலும் ஒரே தசையில் மந்தமாகச் சுருங்கும்நார்களும் விரைவாகச் சுருங்கும் நரர்களும் இருக்கின்றன. எனவே இத்தசையின் சுருக்க வளை கோட்டின் ஏறுபகுதியில் இரு அலைகளைக் காண்கிருேம். முதல் அலை விரைவாகச் சுருங்கும் வெண்தசை நார்களாலும் இரண் டாவது அலை காலம் தாழ்த்திச் சுருங்கும் செந்தசை நார்களாலும் ஏற்படுகின்றன. குளவியிலும், பிறந்து சின்னுட்களை கழிந்த விலங் கும் ஒற்றைத் தசைச் சுரிப்பின்காலம் நீட்டித்திருக்கும். காசுமே யான்சும் மற்றையோரும் ஒற்றைத் தசைச் சுரிப்பின் காலம் முதிர்ந்த விலங்கினிடத்திலுள்ள காலத்திற்குப் படிப்படியாகக் குறைந்து வருவதற்கும் அவ்விலங்கின் தனி உயிர் வளர்ச்சிக்கும் தொடர்புண்டு.

தசைவற்புச் சுருக்கம் (Tetanic Contraction): பொதுவாகத் தசைச் சுருக்கங்கள் நீண்டநேரம் தொடர்கின்றன. மனிதனல் விரைவாகச் செய்யப்படும் அசைவுகளின் போதுகூட தசைச் சுருக்கம் நடைபெற 0·1 வினடிக்கு மேலாகிறது. அப்போது கை, கால் உடல் இவற்றிலுள்ள தசைகளில் உருவாகும் தொடர்

விறைப்பும், பலநிமிடங்கள்வரை, சிலவேளைகளில் மணிக்கணக்கில் கூட நிலைத்திருக்கும். தசைவற்பு என அழைக்கப்படும் தொடர் தசைச் சுருக்கத்தின் நுட்பத்தினை குறுகிய கால இடைவெளியில் அடுத்தடுத்துத் தூண்டுதல்களைத் தொடராக நிகழ்த்துவதனுல் விளையும் தசைச் சுருக்கத்தினை ஆய்வதன்மூலம் கண்டுபிடித்தனர் (வீபர் 1821).

ஒற்றைதசைச் சுரிப்புக்காலத்திற்கு மேற்பட்ட இடைவெளி தூண்டுதல்களுக்கிடையே இருக்குமானுல் செலுத்திடும் தூண்டு கைகளுக்குமிடையே தசை நன்ருகச் சுருங்கி விரிவடைகிறது (படம் 190-1).

போதுமான அளவிற்கு, குறைந்த காலவெளியில் தூண்டு கைகளைச் செலுத்திஞல், முதல் தூண்டுகையிஞல் விளைந்த சுருக் கத்திலிருந்து முழுதுமாகத் தளர் வடையும் முன்னரே அடுத்து வரும் தூண்டுகை அத்தசையின்மீது செயல்படுகிறது. எனவே இந் நிலையில் தளர்வுருத நிலையிலேயே, அஃதாவது சிறிது சுருக்க நிலையி லேயே அத்தசைகளை இரண்டு மூன்று என அடுத்துவரும் தூண்டு தல்கள் யாவும் சுருங்கச் செய் கின்றன. இந்நிலையில் கிடைத்த வளைகோடுகளை 190ஆம் படத்தின் II, III வரைவுகளில் காணலாம். இப்படத்தில் முற்றுப்பெருத பல வரிசைக் கோடுடைய தசைவற் பினைக் காண்கின்ருேம். முற்றுப் பெருத் தசைவற்பில், தூண்டுதல் களுக்கிடைப்பட காலத்தில் தசை தளர்வுறுகிற தெனினும் முழுது மாகத் தளர்வுறுவதற்கு நேரம் இன்றிப் போய் விடுகிறது.



படம் 190

தூண்டுதலின் விரைவினை மிகு திப்படுத்தும்போது தோன் றும் பல்வேறு தசைவற்பு நிலைகள்

I- ஓர் தனிச் சுருக்கம்
II & III - படிக்கட்டு விளைவு
IV - முழுமையான தசைவற்பு

முதலில் உருவான சுருக்கத்தின் ஏறுநிலை முடிவுறுமுன்னரே அடுத்த தூண்டுகை செயல்படத் தூண்டுமளவிற்கு, தூண்டுகைகள் மிக நெருக்கமாகத் தொடர்ந்து வரும்பொழுது தூண்டுகை களுக்கிடையே தசை தளர்வுறுவதேயில்லை. இந்நிலையில் தசை யானது தளர்வுறுவதற்குத் தொடங்கு முன்னரே அடுத்துவரும் தூண்டுதல் அத்தசையைக் கிளர்ச்சியடையச் செய்கிறது. இதஞல்

முற்றுப்பெற்ற தசைவற்பு ஏற்படுகிறது. இவ்வகையான தசை வற்பில் தளர்வுநிலையின்றித் தொடர்ந்த தசைச் சுருக்கம் ஏற்படு கிறது (படம் 190). பளுக்கொண்ட தசையின் தசைவற்புச் சுருக்க வளைகோடு ஒன்றைத் தசைச்சுரிப்பினைவிடக் கணிசமான அளவு பெரிதாக இருக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்குட்பட்டு தூண்டுதலின் வலிவு அடக்குநிலை ஆகியவற்றை மிகுதிப்படுத்து வதன்மூலம் இவ்வளைக்கோட்டு உயர்வினைக் கூடுதலாக்க முடியும்.

தசையில் விறைப்பு உருவாகும் காலத்தைவிடத் தூண்டு கைகளுக்கிடையே உள்ள காலம் குறைவாக இருக்குமாறு அத் தூண்டுதலின் அடுக்குநிலையினை உண்டாக்குவதன்மூலம் தசைவற் பினை விளைவிக்கமுடியும். சான்ருக 0.05 விளுடி சுருக்க காலமுடைய தவளையின் கெண்டைக்கால் தசையில் விளுடிக்கு 20 லிருந்து 30 தூண்டுதல்களைச் செலுத்துவதன்மூலம் அத்தசையில் தசை வற்பினை ஏற்படுத்த மனிதத் தசைகளிலும் மாருவெப்ப நிலையுடைய விலங்குகளின் தசைகளிலும் தசைவற்பு உருவாக விளுடிக்கு 30க்கு மேற்பட்ட தூண்டுதல்கள் தேவைப்படுகின்றன. சில பூச்சிகளின் இயக்கு தசைகளில் விளுடிக்கு 300 தூண்டுதல் களைச் செலுத்தினும் தனித்தனித் தசைச் சுருக்கங்களே ஏற்படு கின்றன.

தசைவற்பு எனப்படும் தொடர்தசைச் சுருக்கத்திற்கு மதிப் பீட்டில் மாறுபடாத தனித்தனியான தசைச்சுருக்கங்கள் ஒன்றின் மீதொன்ருக மேற்கிடத்தப்படுவதே காரணமாகும் எனக் கருதப் பட்டது. தூண்டப்படுவதற்கு முன்னர் முழு ஓய்விலிருந்தால், தசை எவ்வாறு சுருங்குமோ அவ்வாறே முன்னர்ச் செலுத்தப்பட்ட தூண்டுகையினுல் விளைந்த தசைச் சுருக்கத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் அத்தசை எடுத்துச் செல்லப்படும் தூண்டுதலினுல் சுருங்குகிறதென எண்ணி வந்தனர். தனித்தனித் தூண்டுதலின் போதும், தொடர்ந்த தூண்டுதல்களின்போதும் தசைச் சுருக்கங் களை முதன் முதலாகப் பதிவுசெய்த எல்ம்கால்ட்சு (1847) என்பவரே மேற்கண்ட கருத்தினைக் கூறினுர்.

தசைவற்பின் இக்கொள்கையின் நிறைவின்மையை செகனே வின் மாணவரான வெடன்சுகி (1885) என்பவர் எடுத்துக்காட்டி னுர். தசைவற்பினை உருவாக்கிடும் சுருக்கத் தொடர்களின் ஒவ் வொரு சுருக்கமும் மாருதிருப்பதில்லை. ஆனுல் இவை அவற்றிற்கு முந்திய சுருக்கத்தினைப் பொறுத்திருக்கின்றன. மேற்கூறியவற்றை வெடன்சுகி என்பவர் தெளிவாகக் காட்டினுர். எனவே தசை வற்பு உருவாகித் தூண்டுதலின் வலிவு மட்டுமன்றி ஒவ்வொரு தூண்டுகைக்கு மிடையே உள்ள காலவெளியும், அஃதாவது

அடுக்குநிலையும் மிகவும் இன்றியமையாததாகிறது. செலுத்தப் படும் தூண்டுகையின் அடுக்குநிலை வலிவு இவற்றைப் பொறுத்து ஒரு விரிவான எல்லைக்குள் தசைவற்பின் உண்மையான உயர்நிலை மாறுபடுகிறது. ஒன்றின் மீதொன்றாய் மேலிடுவதனால் விளைவதை விடத் தூண்டுதலின் உகந்த அடுக்கு நிலையிலும் வலிவிலும் விளையும் தசைவற்பு மிக உச்சநிலையை அடைகிறது.

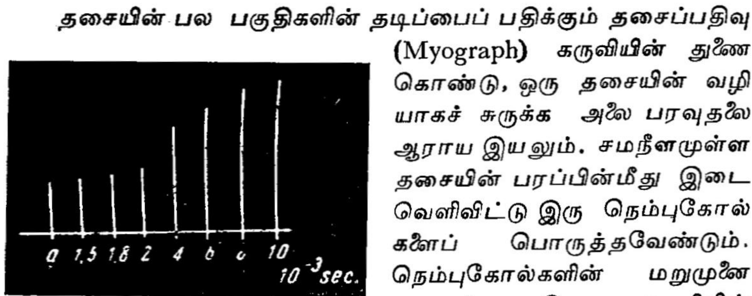
தசையைத் தொடர்ந்து தூண்டும்பொழுது, முன் தூண்டுதலுக்குப் பின்னர் ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியிட்டுத் தூண்டினால், தசை மிகுந்த அளவு செயல்புரியும். இச்செயலளவு அத்திசை ஓய்விலிருக்கும்பொழுது ஒரு தூண்டுகை உருவாக்கும் செயலைவிட மிகுதியானதாகும். இவ்விளைவில் தசைவற்பின் அளவு எதிர்பார்ப்பதைவிட மிகுதியாகும். தசையின் இவ் உயர்வுச் செயல்நிலை வெடன்சுகியால் (1906) தசை உயர்வுநிலை (Exaltation phase) என அழைக்கப்பட்டது. உச்சநிலைத் தசைவற்புச் செயல்முறையை உருவாக்கத் தவளையின் குதிகால் தசை வினாடிக்கு 100 முறை வீதம் தூண்டப்படவேண்டும். மாறா வெப்பநிலை உயிரினங்களுக்கு இவ்வலைவு வீதம் மிகுதியாகும்.

தசை உயர்வுநிலையைத் (Exaltation Phase) தொடர்ந்து செயலறுநிலை (Refractory Phase) எனப்படும் குறைந்த செயல் நிலை தோன்றும். மிகக் குறைந்த இடைவெளிகளில் தூண்டும் பொழுது நிகழும் விளைவு எதிர்பார்த்ததைவிடக் குறைவாகும். (ஒப்புச் செயலறுநிலை Relative refractory Phase) இவ் இடைவெளி 0·002 அல்லது 0·003 வினாடிகளுக்குக் குறைந்தால் இரண்டாவது தூண்டுகை எவ்விதச் சுருக்கத்தையும் தராது. முழுமை செயலறுநிலை (obsolute refractory Phase) செயலறு நிலையின் தன்மையை அடுத்த பிரிவில் விரிவாக உரைக்கப்பட்டுள்ளது. தசைவற்புச் சுருக்கம் உருவாவதற்குத் தூண்டுகைகளின் இடையே இடைவெளி தேவை என்பதை வெடன்சுகியின் ஆய்வுகள் புலப்படுத்தின.

தசைச் சுருக்கத்தின்போது நிகழும் பொறிமாற்றங்கள் (Mechanical Changes in the Muscle During Contraction)

தசையைத் தூண்டினால் நிலைகளைப் பொறுத்துச் சுருங்கும் அல்லது விரிவடையும். அதுபோழ்து தசைமுழுதும் செயல்படுவதில்லை. ஒரு தனித்த தூண்டுகையால் தசையின் ஒரு நுனியைத் தூண்டினால், சுருங்கும் அப்பகுதியிலிருந்து சுருக்க அலை மற்றப் பகுதிகளுக்கும் பரவுகிறது.

தசையின் பல பகுதிகளின் தடிப்பைப் பதிக்கும் தசைப்பதிவு (Myograph) கருவியின் துணை கொண்டு, ஒரு தசையின் வழியாகச் சுருக்க அலை பரவுதலை ஆராய இயலும். சமநீளமுள்ள தசையின் பரப்பின்மீது இடைவெளிவிட்டு இரு நெம்புகோல்களைப் பொருத்தவேண்டும். நெம்புகோல்களின் மறுமுனை சுழலும் பதிவு கருவியின் (Kymografsh) புகைக் கருவி பூசப்பட்ட தாளைத் தொடுமாறு வைத்து, தசையினை ஒருமுனையில் தூண்டவேண்டும். இவ்வாய்வில் தூண்டப்பட்ட முனைக்கு அருகிலிருக்கும் நெம்புகோல் முதலிலும், சேய்மையிலிருக்கும் கோல் சிறிது இடைவெளிக்குப் பின்னரும் பதி தாளில் தசைத்தடிப்பைப் பதிதலைக் காணலாம். ஒரு நெம்புகோல் பகுதியிலிருந்து மற்றொரு கோலிருக்கும் தசைப்பகுதிக்குச் சுருக்க அலைபரவத் தேவையான காலத்தை இடைவெளி குறிக்கின்றது.



படம் 191

தவளையின் என்புத் தசையினைத் தூண்டும் இருதனித் தூண்டுதல்களுக்கிடையேயான கால வெளியினை மாற்றியமைக்கும்போது தசைச் சுருக்கத்திலேற்படும் விளைவு.

முதற் சுருக்கம், ஒரு தனியுச்ச நிலைத் தூண்டுதலால் விளைந்ததாகும் (அ; A) கீழே குறிக்கப்பட்டுள்ள காலவெளியில் தூண்டியபோது ஏற்பட்ட சுருக்கங்களை அதன் பின்னர்க் காணலாம். இக்கால வெளி முழுச் செயலுறு நிலையினை விட மிகுமெனின் (0·002 விநாடியிலிருந்து) தசைச் சுருக்கக் கூட்டு விளைவு நிகழ்கிறது. இந் நிகழ்வு அசையா அலைபதிவியில் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளது.

இவ் வாய்வுகளைப் பயன்படுத்தி தவளையின் தசையில் சுருக்க அலை ஒரு விநாடிக்கு 3 முதல் 4 மீட்டர் வேகத்திலும், மாறா வெப்ப உயிரினங்களில் விநாடிக்கு 6 மீட்டர் வேகத்திலும் பரவுகிறதெனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

தசையின் பல பகுதிகளில் தடிப்பில் நேரும் மாற்றங்களை பதிப்பதன்மூலம், சுருங்கும் தசைப்பகுதியினால் ஓய்விலிருக்கும் பிற தசைப்பகுதிகளில் ஏற்படும் மாறுதல்களை அறிய இயலும். சுருங்கிய பகுதியில் உயரும் வரைபடம் அதற்கடுத்த பகுதியில் தொடக்கக் கோட்டிற்குக் கீழ் தாழுகிறது.

அண்மையிலுள்ள பகுதி சுருங்கும்பொழுது ஓய்வு நிலையிலிருக்கும் பகுதிகள் நீளுகின்றன என்பதையே இப்பகுதி காட்டுகிறது. இதிலிருந்து சுருங்குந்தன்மையும் நீளும் தன்மையும் தசைகளுக்கு உண்டெனு அறிகிறோம். பளுவினால் தசையினை நீட்டும்

பொழுது ஒய்வு நிலையிலிருக்கும் தனியான தசையிலும் இத் தன்மையினைக் காண முடியும்.

இத்தன்மைகளோடு, தசைகளின் வடிவினை மாற்றிடும் விசை செயல்படாதொழியும்போது மீண்டும் தனது பழைய நிலையை அடையும் மீள்தன்மையும் தசைகளுக்கு உண்டு. மிகச்சிறு விசையே ஒரு தசையில் கணிசமான அளவிற்கு வடிவமாற்றத்தை ஏற்படுத்துமாயின் அத்தசையின் மீள்தன்மை மிகக்குறைவான தாகவே கருதப்படுகிறது. தசை மீண்டும் தன்னிலையை அடையும் பொழுது முழுமையாக அடைகிறதா இல்லையா என்பதைப் பொறுத்தே மீள்தன்மை முழுமையாகவோ குறையுடைய தாகவோ இருக்கும்.

'L' நீளமுடையதும் 'S' குறுக்களவுமுடைய ஓர் உருளைக்கம்பி 'F' இழுவிசையால் 'a' என்ற அளவுக்கு நீட்டப்படுமேயானால் நீட்டப்பட்ட அளவான 'a'ன் மதிப்பு $\frac{FL}{KS}$ என்பதற்குச் சம மாகும். இதிலிருந்து மீள்தன்மையின் மடெங்கெண்ணை 'யங்கின் தகவெண்ணை'க் கண்டுபிடிக்க முடியும். $\left(\text{யங்கின் தகவெண் (Young's modulus) } k=\frac{FL}{aS.}\right)$. இம்மடங் கெண் ($k$) குறைவாக இருக்கும்பொழுது, அஃதாவது ஒரு பொருளின் மீள்தன்மை குறைவாக இருக்கும்பொழுது, மிகக் குறைவான இழுவிசையால் கூடக் கணிசமான அளவு நீண்டுவிடு கிறது. இவ்விசையின் அளவினை மிகுதிப்படுத்தினல் மீளமுடியா நிலைக்கு மீள்தன்மையுடைய பொருளின் வடிவம் மாறிவிடுகிறது. அல்லது அப்பொருள் முறிந்து விடுகிறது. தசையினுடைய மீள்தன்மை மடங்கெண்ணை அளவாகக் கொண்டு சில உயிர்ப் பொருள்கள், உயிரற்ற பொருள்கள் ஆகியவற்றின் மீள்தன்மை மடங்கெண்களும், அத்தோடு முறிவு மடங்கெண்களும் தரப் பட்டுள்ளன.

	Co-efficient of elasticity மீள்தன்மை மடங்கெண் (ஒப்பு அளவில்)	Co-efficient of rupture முறிவு மடங்கெண் (1 மி.மீ.க்கு இத் துணை கி. கி. என்ற அளவில்)
எஃகு . .	20,000	20-30
எலும்பு . .	2,000	10
ஈயம் . .	1,800	1
தசை . .	1	0·5

உயிருடைய தசையின் மீள் தன்மை குறைவாக விருப்பினும் முழுமையுடையதாக இருக்கிறது. மிகக்குறைவான இழுவிசை

யால் கணிசமான அளவு நீண்டுவிடினும் மீண்டும் வடிவமாறும் எல்லைக்குள் தசையால் தன்னுடைய பழைய நிலைக்கு முழுமையாக நீண்டுவிடவியலும். இயக்க அமைப்புகள் இயக்கத்திற்குப்பின் மீண்டும் பழைய நிலையை அடைவதற்கு தசைகளுக்குரிய இவ்வாற்றலே துணை செய்கிறது. எலும்புகளோடு தசைகளை இணைக்கும் தசைநாண்களும் முழுமையான மீள்தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. இவைகளை உலரவிடாது தடுத்திட்டால், விலங்குகள் இறந்த பின்னரும், அவற்றின் தசைநாண்கள் இம் மீள்தன்மையை இழப்பதில்லை.

ஒய்வு நிலையிலுள்ள தசையின் மீள்தன்மையும், செயல் நிலையிலுள்ள தசையின் மீள்தன்மையும் பெருமளவில் வேறுபடுகிறது. தசைச் சுருக்கத்தின்போது தசையின் குழைமநிலை உயர்வதே இவ்வேறுபாட்டிற்குக் காரணமாகும். தன்னுடைய பழைய நிலையை அடையச் சிறிது காலமாவதற்கு அசையும் பொருள்களின் உராய்வினுல் கட்டுப்படுத்தப்படும் குழைமநிலை ஓரளவிற்குக் காரணமாகும்.

ஒருவிலங்கு இறந்த பின்னர் அதனுடைய தசைகள் இறந்துவிடுகின்றன (சாவிறைப்பு). இத்தசைகளின் மீள்தன்மை மிகுந்திருப்பினும் இம்மீள்தன்மை முழுமையற்ற ஒன்ருகும். ஒரு குறிப்பிட்ட உச்சநிலையை அடைந்த பின்னர் இறந்துவிட்ட தசைகளில் தற்சிதைவு ஏற்படுவதால் இம்மீள்தன்மை குறைந்துவிடுகிறது.

தசையின் முழுவலிமை (Absolute muscular strength): தசை உச்சநிலைச் சுருக்கமடையும்போது உருவாகும் விறைப்பு நிலையே தசையின் முழுவலிமையாகும். உச்சதூண்டலின்போர்து தசையினைக்குறுகவிடாது தடுத்திடும் பளுவின் மதிப்பினைக்கொண்டு இவ்வலிமையைக் கணக்கிடமுடியும். தசையின் இவ்வலிமை தசைநார்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்திருப்பதால் முடிவில் அத்தசையின் குறுக்களவினைப் பொறுத்தேயிருக்கிறது. பல்வேறு தசைகளின் வலிமையினை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கத் தசைகளின் தனி வலிமைக் கொள்கை பயன்படுகிறது. ஒரு தசையின் முழு வலிமையை அத்தசையின் நார்களுடைய குறுக்களவுப் பரப்பினைக் கொண்டு வகுத்து வரும் ஈவினைத் தசைகளின் தனிவலிமை என அழைக்கிருர்கள். முதுகெலும்புடையவை, முதுகெலும்பற்றவை ஆகியவற்றின் தசைகளின் தனி வலிமையினை 1 ச.செ.மீ.க்கு இத்துணை கிலோ கிராம்கள் என்றே குறிப்பிடுகிருர்கள். தசைகளின் தனிவலிமை 4-5 கி.கி. நத்தைகளின் தசைகளின் தனி வலிமை 1·5-4 கி.கி. தவளைத் தசைகளின் தனிவலிமை 2-3 கி.கி. ஆகும். இணைப்புடலிகளின் வரியில் தசைகளின் தனிவலிமை மிகக் குறைவாகும் (1 கி.கி./ச.செ.மீ.).

ஓர் உயிரினத்தின் செயல்படும் உறுப்புத் தசையின் முழு வலிமையினைவிட அவ்வியக்க அமைப்பு சிறப்பாக அதன் மைய நரம்பூட்டத் தொடர் களைப்படையாது. கணிசமான வேலை செய்யக்கூடிய ஆற்றலைப் பொறுத்தே அவ்வுயிரினத்தின் இயக்க அமைப்புகளின் உச்சவேலைத்திறன் இருக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட காலஅளவில் மிகுதியாக வேலை செய்யின் மிக விரைவில் களைப்பு ஏற்பட்டுவிடுகிறது. இதனால் மேற்கொண்டு வேலை செய்ய இயலாது போகிறது. மிதிவண்டியை ஓட்டிச்செல்லும் வலுவுடைய ஒரு மனிதனால் நிமிடத்திற்கு 1200 கி.கி. வீதத்தில் பல மணிநேரத்திற்கும், நிமிடத்திற்கு 1800 கி.கி. வீதம் ஒரு மணி நேரத்திற்கும் 2400 கி.கி. வீதத்தில் சில வினாடி நேரத்திற்கும் வேலை செய்ய முடியும். ஓர் உடற்பயிற்சி இயலாளரால் மணிக்கு 15-18 கி.மீ. வேகத்தில் ஒன்று அல்லது இரண்டு மணிநேரத்திற்கு ஓடமுடியும். ஆனால் மணி ஒன்றிற்கு 30 கி.மீ. வேகத்திற்கு அரை நிமிடத்திற்கே ஓடமுடியும். 1·5 குதிரைச் சக்தி (வினாடிக்கு 110 கி.மீ. வேகத்தில்)க்கு ஈடாக மனிதரால் பல வினாடி காலத்திற்கே வேலை செய்ய இயலும்.

தசைச் சுருக்கத்தின் ஆற்றல்
(Energy of Muscular Contraction)

தசையில் நடைபெறும் வளியிலாச்செயல்கள் (Anaerobic processes in the muscle): உயிரியமின்றியே தசையினால் பணியாற்ற முடியுமெனச் சென்ற நூற்றாண்டிலேயே கண்டுபிடித்துள்ளனர் 'இரிங்கரின்' குழம்பில் (Ringer's solution) அமிழ்த்து வைக்கப்பட்ட தவளையின் சார்டோரியசு (Sartorius) உயிரியமில்லாதபோதும் அதனுடைய வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்கள் சுற்றியுள்ள குழம்பால் நீக்கப்பெறின் நிமிடத்திற்கு ஒருமுறை தூண்டும்போது 1500 முறைகள் சுருங்கியது. (ஃகில், குபலோவும்) (A Hill and P. Kupalov) இதிலிருந்து உயிரியமில்லாத போதும் தசைகளால் சுருங்க இயலுவதால் வளியிலாப் பிரிவு முறைகளாலும் தசைகள் ஆற்றலை வெளிப்படுத்த முடியும் என அறிகிறோம்.

1. கிளைக்கோசன் சிதைந்து இலாக்டிக் அமிலம் உருவாகிறது. உருவாகும் ஒவ்வொரு கிராம் இலாக்டிக் அமிலமும் 350லிருந்து 550 கலோரி ஆற்றலை வெளிப்படுத்துகிறது. இச்செயலின் பல்வேறு இடைநிலைகளைப்பற்றி விரிவாக உயிர் வேதியியலில் காணலாம். எரியக அமிலத்துடன் கிளைக்கோசனின் மாறெதிர் விளைவு ஃகெக்கோசு-எரியகைகள் (Hexose-phosphates) உருவாதல்·

ஆகிய இரண்டுமே இச்செயலின் சிறப்பு நிகழ்ச்சிகளாகும். ஃபெக்கோசு எரியகைகளிலிருந்தே இலாக்டிக் அமிலமும் எரியக அமிலமும் உருவாகின்றன.

2. கிரியாட்டினின் (Creatine) எரியக அமிலம் (எரிய கிரியாட்டினின்) சிதைந்து கிரியாட்டினினும் எரியக (பாசுபாரிக்) அமிலமும் தோன்றுகின்றன.

3. அடினேசைன் 3-எரியக அமிலம் சிதைந்து அடினேசைன் இரு எரியக அமிலமாகவும் எரியக அமிலமாகவும் ஆகின்றது.

மேற்கூறிய வளியிலாச் செயல்கள் யாவும் ஒய்வு நிலையிலுள்ள தசைகளில் நடைபெறுகின்றன என்றும் தசையியக்கங்களின் போது இச்செயல்கள் விரைவாகச் செயல்படுகின்றன வென்றும் அறிகிறோம். உயிரியமின்றி நொதிகளின் விளைவால் நடைபெறுவ தால் இச்செயல்கள் யாவும் வெப்பத்தை வெளிவிடும் செயல் களாகும்.

பணியிலீடுபட்டுள்ள தசைகளில் கிளைக்கோசன் இலாக்டிக் அமிலமாக மாற்றப்படும் நிகழ்ச்சியை (மேற்கூறியவற்றில் முதல் நிகழ்ச்சி) முதன்முதலில் அறிந்திருந்தனர். இந்நிகழ்ச்சி உயிரிய மில்லாதபோது, தசைகளில் நடைபெறும் வேதியியல் மாற்றங் களின் அடிப்படைச் செயல்களாகும். 20-25 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர்த்தான் கிளைக்கோசன் சிதைந்து இலாக்டிக் அமிலமாக மாறுவதே தசையின் இயக்கங்களுக்கு ஆற்றல் தரும் வேதியியல் விளைவாகக் கருதினர். அதுபோன்றே தசைச் சுருக்கத்திற்கு இலாக்டிக் அமிலம் உருவாதலே காரணமாகுமெனக் கூறினர்.

அன்றிலிருந்து இன்றுவரை மேற்கூறிய பல்வேறு மாற்றங் களும் உண்மையென நிறுவப்பட்டுவிட்டன. தசையின் இயக் கங்கள் வளியிலாநிலைகளிலும், மாச்சத்துப்பொருள்கள் சிறிதும் சிதையாத நிலையிலும் நடைபெற இயலும் என்று நிறுவப் பட்டதே அவற்றுள் மிகச் சிறப்புடையதாகும் (லென்சுகார்டு). கிளைக்கோசன் சிதைவினை ஐயோடோ அசேடேட் (Iodoacetate) அல்லது புரோமோசடேட் (Bromoacetate) கொண்டு நச்சூட்டி தசையில் மேற்கூறிய செயல்கள் நடைபெறுகின்றன என்று காட்ட இயலும். இந்நச்சு நிலைகளில் தசைச் சுருக்கங்கள் நீண்ட நேரம் நடைபெறுவதில்லை. தசையிலிருக்கும் கிரியாட்டின் எரியகை பயன்படுத்தப்பட்ட பின்னர் இச்செயல்கள் நின்றுவிடு கின்றன. எனவே கிரியாட்டின் எரியகை (பாசுபேட்டு) சிதையும் பொழுதும் தசைகள் சுருங்குவதற்குத் தேவையான ஆற்றல் உருவாகிறதெனத் தெரிகிறது.

ஐயோடோ அசிடிக் அமிலத்தால் நச்சூட்டப் படாதபொழுது தசைகளில் எரியக கிரியாட்டினின் அளவு குறைவதில்லை. ஆனால் உயிரியமில்லாதபோது தசைகளில் இலாக்டிக் அமிலம் தேங்கி விடுகிறது. ஐயோடோஅசிடிக் அமிலத்தால் நச்சூட்டிய போது இலாக்டிக் அமிலம் உருவாவதில்லை. ஆனால் எரியக (பாசுபோ) கிரியாட்டினின் முழுதுமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுவிடுகிறது. எனவே கிளைக்கோசன் சிதைந்து இலாக்டிக் அமிலம் உருவாகும் போது கிரியாட்டின், எரியக பாசுபாரிக் அமிலம் இவற்றைக் கொண்டு மீண்டும் கிரியாட்டின் எரியகை (பாசுபேட்டு) உருவாக்கப் படுகிறதெனத் தெரிகிறது.

ஆனால் கிரியாட்டின் எரியகை (பாசுபேட்டு) சிதைவது தலையாய மாற்றமாகாது. கிரியாட்டினின் பிரிந்த பின் கிரியாட்டின் எரியகையிலிருந்து (பாசுபேட்டு) எரியகை (பாசு பேட்டு) குழு வழங்கப்பெறும் அபீனைசன் எரியக (இருபாசு பாரிக்) அமிலத்தின் முன்னிலையிலேயே கிரியாட்டின் எரியகை (பாசுபேட்டு) சிதைகிறது.

இவ்வாறாக, தசையில் நடைபெறும் வரியிலா மாறுபாட்டுச் சுழற்சியினைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிட முடியும். அடினைசன் 3-எரியக (முப்பாசு பாரிக்) அமிலம் (Adenosine - tri-phosphoric acid) சிதைந்து அடினேசைன் இரு எரியக (பாசுபாரிக்) அமில மாகவும் எரியக (பாசுபாரிக்) அமிலமாகவும் ஆவதே இச் சுழற்சி யின் முதல்நிலையாகும். வெப்பத்தை வெளிவிடும் இவ்வேதியியல் மாற்றம் தசைச் சுருக்கத்திற்கான ஆற்றலைத் தருகிறது. மேலும் அடினேசைன் இரு எரியக (பாசுபாரிக்) அமிலம் உருவாவதால் கிரியாட்டினின் எரியகை (பாசுபேட்டு) சிதைவு ஏற்படுகிறது. இதைத்தொடர்ந்து கிளைகோசன் சிதைவதால் அட்னேசைன் 3-எரியக (முப்பாசு பாரிக்) அமிலம் மீண்டும் உருவாவதற்குத் தேவையான ஆற்றலைத் தருகிறது. மேலும் எரியக (பாசுபோ) கிரியாட்டினின் உருவாதலும் நடைபெறு கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கிளைகோசன் குழம்பும் அதே அளவு இலாக்டிக் அமிலம் உருவாதலுமே வரியிலா மாறு பாட்டின் இறுதி விளைவாகும். இலாக்டிக் அமிலம் உருவாதலுக் கும் தசைச் சுருக்கத்திற்கும் தொடர்பு ஏதும் கிடையாது. தசைச் சுருக்கம் தொடங்கிய பின்னரே கிளைக்கோசன் சிதையத் தொடங்குகிறது. அதுபோல தசைச் சுருக்கம் நின்றபின்னரும் கிளைக்கோசன் சிதைவு சிறிது நேரத்திற்கு நடைபெறுகிறது,

வரியிலா மாற்றுச் சுழற்சி மேற்கூறியதைவிட மிகச் சிக்கல் நிறைந்த ஒன்றாகும். அடினைலிக் அமிலத்தின் (Adenylic acid) ஒரு

பகுதியின் (அமினே) நவக்குழு (NH_3) நீக்கப்பெறுவதால் அமினே (NH_3) குழுவும் ஐஞேசைன் அமிலமும் உருவாகின்றன. இம்மாற்றம் மீண்டும் உருவாக இயலா மாற்றமாகும். எரியக (பாசுபோ) கிரியாட்டினை மீண்டும் உருவாதலும் முற்றுப் பெறுமலே இருக்கிறது. எரியக (பாசுபோ) கிரியாட்டினின் ஒரு பகுதி மீண்டும் உருவாக இயலாதபடி சிதைந்துவிடுகிறது. எனவே அடினைலிக் அமிலமும் எரியக (பாசுபோ) கிரியாட்டினினும் சில அவியப்பொருள்களிலிருந்து புதிதாக உருவாகி வருகிறதெனத் தெரிகிறது.

தசையில் நடைபெறும் உயிரியமேற்றிடும் மாறுதல்கள் (Oxidative transformations in the muscle) : உயிரியம் நிறைந்த சூழலில் தசைகள் இயங்கும்போது பயன்படுத்தப்படும் மாச்சத்தின் அளவுகுறைவதும் இலாக்டிக் அமிலம் தேங்குவதும் சற்று மந்தமாகவே நடைபெறுகின்றன. உயிரியம் நிறைந்த சூழலில் புதியமாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன. அவற்றுள் இலாக்டிக் அமிலம் உயிரியமேற்றப்படுவதே சிறப்பானதாகும். வளியிலா மாற்றத்தின்போது தேங்கிய இலாக்டிக் அமிலத்திற்கு உயிரிய மேற்றுவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தில் நாலில் ஒரு பங்கே உயிரியச் சூழலில் தேங்கிடும் இலாக்டிக் அமிலத்திற்குத் தேவைப்படுகிறதென தசையில் உருவாகும் வெப்பத்தின் அளவினைப்பற்றி ஆய்ந்தபோது தெரியவந்தது. மேலும் வளியிலா மாற்றத்தின்போது தேங்கும் இலாக்டிக் அமிலத்தில் நாலில் அல்லது ஐந்தில் ஒருபங்கு அமிலம் கரிஈருயிரியையாகவும் நீராகவும் மாற்றப்படுகிறதென்றும் தெரிய வந்தது. எஞ்சியுள்ள இலாக்டிக் அமிலம் வெளிவரும் ஆற்றலால் மீண்டும் கிளைகோசனாக மாற்றப்படுகிறது. மேற்கூறப்பட்ட வளியிலாச் சிதைவு மாற்றங்களையும் கிளைக்கோசனை மீண்டும் உருவாக்கிடும் வளிநிறை உயிரியமேற்றிடும் மாறுதல்களையும் கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கலாம்.[1]

வளியிலாச் சிதைவு 4க$_6$நீ$_{12}$உ$_6$ → 8க$_3$நீ$_6$உ$_3$

(Anaerobic phase of disintegration) $4\,C_6H_{12}O_6 \rightarrow 8C_3H_6O_3$

வளிநிறை மாற்றம்:

- உயிரியமேற்றல் → உக$_3$நீ$_6$உக$_8$ + 6உ$_2$ → 6கஉ$_2$ + 6நீ$_2$உ
- (oxidation) $2\,C_3H_6O_3 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
- மீண்டும் உருவாக்கல் 6க$_3$நீ6உ$_8$ → 3க$_6$நீ$_2$உ6
- (resynthesis) $6C_3H_6O_3 \rightarrow 3\,C_6H_{12}O_6$

[1] எளிமை வேண்டி, கிளைக்கோசனிலிருந்து ஆறணுச்சருக்கரை (hexose) உருவாதலும் எரியக (பாசுபாரிய) மேற்றலின் பல்வேறு வினைகளும் இங்கு குறிப்பிடப்படாது விடப்பட்டுள்ளன. இலாக்டிக் அமிலம் உயிரியமேற்றப்படுவதால் விளையும் ஆற்றல் கிளைகோசை சிதைவதற்காக முழுதும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. அதில் பெரும்பங்கு வெப்பமாக வெளியேற்றப்பட்டு விடுகிறது.

பொதுவாகக் கூறுமிடத்து இலாக்டிக் அமிலமாகச் சிதைவுறும் மாச்சத்தின் நாலில் மூன்று பங்குகள் மீண்டும் கிளைக்கோசனாக மாற்றப்படுகின்றன. எஞ்சியுள்ள ஒருபகுதியே எரிக்கப்படுகிற தெனலாம்.

வளிநிறை மாற்றத்தின் சிறப்பினை மேற்கூறப்பட்டவை தெளிவாக விளக்கவில்லை எனச் சென்ற பத்தாண்டுகளில் நடத்தப் பெற்ற ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. உயிரியமேற்றலின்போது உறிஞ்சப்படும் ஒவ்வோர் அணுவிற்கும் மூன்று எரியகை (பாசுபேட்டு) அணுத்திரள்கள் என்ற வீதத்தில் கரியறு கூட்டு எரியக அமிலம் அமீனோசைன் 3-எரியக (முப்பாசுபாரிக்) அமிலச் சேர்க்கையில் இயைந்து விடுகிறது. எனவே, உயிரியமேற்றுதல் எரியக (பாசுபாரிய) மேற்றுதலுடன் தொடர்புடையதெனக் காட்டுகிறது.

தசைச் சுருக்கத்தின்போது மாச்சத்துக்கள் நேரடியாகப் பயன்படுத்துவதில்லை. ஆனால் நீட்டித்த தசையியக்கத்திற்குத் தேவையான ஆற்றலைத் தரும் செயலுக்கே மாச்சத்து பயன்படுகிறது.

ஓர் உயிரினத்தின் உடலில் செயல்படும் தசைகளில் மாச்சத்துக்கள்மட்டுமன்றி புரதம், அமினோ அமிலங்கள், கொழுப்பு போன்ற மற்றப் பொருள்களும் உயிரியமேற்றப்படுகின்றன. தனியாகப் பிரிக்கப்பட்ட தசைகளிலும் இந்நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறதெனினும் குறைவாகவே நடைபெறுகிறது.

ஐயோடோ அசிடிக் அமிலத்தில் நச்சூட்டப்பெற்ற தசைகளில் சில உயிரியமேற்றுவினைகளிலிருந்து வீணை (பாசுபோ) கிரியாட்டினினில் ஒரு பகுதி மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது.

கடுமையற்ற உடலுழைப்பின்போது உயிர்த்தல் ஈவு 0·8க்கும் 0.9க்கும் இடையிலும் கடுமையான உழைப்பின்போது ஏறத்தாழ 1·0 ஆகவும் இருக்கிறதென உயிர்த்தல் ஈவுபற்றிய ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன (இயல் 34). எனவே மாச்சத்து உயிரியமேற்றப் படுவதிலிருந்தே தசைச் சுருக்கத்திற்குத் தேவையான ஆற்றல் அனைத்தும் முடிவில் பெறப்படுகிறதெனக் கூறுவது தவறானதாகும். எனினும் மாச்சத்து உயிரிய மேற்றப்படாமல் சீரான தசைச் சுருக்கம் நிகழ இயலாது.

மனிதத் தசையியக்கத்தின்போது நடைபெறும் வேதியியல் மாற்றங்கள் (Chemical processes in human muscular activity) : பிரித்தெடுத்த தசைகளைக்கொண்டு நடத்திய தசையியக்க வேதியியல் பற்றிய மேற்கூறிய விளக்கங்கள் தசையியக்கத்தைப்

பற்றிய சிறப்பான முடிவுகளைத் தந்துள்ளன. உடனடியாகக் கணிசமான தசையுழைப்பினை நல்கும் திறன் மனிதனுக்கு இருப்பதால் தசைப்பணிக்குத் தேவையான ஆற்றலை வளியிலா மாற்றங்களிலிருந்தே பெறுகிறுன் என்பது மெய்யாகிறது.

இதனை ஒரு சிறு எடுத்துக்காட்டுமூலம் தெளிவாக விளக்க முடியும். 60 கி. கிராம் எடையுள்ள மனிதன் 7 மீட்டர் உயர முடைய படிக்கட்டினை 10 விஞடிகளில் கடப்பதாகக் கொள்வோம். இக்காலவெளியில் அவனுடைய கால்தசைகள் 420 கி.கி. வேலை செய்கின்றன. இது ஒரு கிலோ கலோரிக்கு ஈடாகும். தசைகளில் உருவாகும் ஆற்றலில் 25 விழுக்காட்டுக்கூறே பொறியியக்க வேலைகளுக்குப் பயன்படுவதால் தசையில் உருவாகும் முழு ஆற்றலின் அளவு 4 கிலோ கலோரிகளாகும். 1 லிட்டர் உயிரியம் பயன்படுத்தப்படின் 4·8 கி.க ஆற்றல் வெளிப்படுகிறதென நமக்குத் தெரியும் (ஆற்றல் மாற்ற விளக்கங்கள் 34ஆம் இயலில் தரப்பட்டுள்ளன.) எனவே 4 கி. கலோரி ஆற்றலை 10 விஞடியில் வெளிப்படுத்த 800 மி.லி. (விஞடிக்கு 80 மி.லி.) உயிரியம் தேவைப்படுகிறது. ஆனல் ஓய்வுநிலையில் நிமிடமொன்றிற்கு 200 மி.லி. (விஞடிக்கு 3·5 மி.லி.) உயிரியத்தை மனிதன் பயன் படுத்துகிறுன். மிகக் குறுகிய காலத்தில் தசைகளுக்கு உயிரியத்தை வழங்கும் நுரையீரலும் (உயிர்த்தலும்) இதயமும் (இதயத்தின் செயல்களும்) மிக விரைவாகச் செயல்பட இயலாதென்பதால் 10 விஞடிகளுக்குள் பயன்படுத்தப்பெறும் உயிரிய அளவு விஞடிக்கு 3·5 மி.லிட்டரிலிருந்து 80 மி.லி. ஆக உயர்ந்துவிட முடியாது. எனவே, வளியிலாமாற்றங்களால் வெளியாகும் ஆற்றலைக் கொண்டே தசைகள் சுருங்குகின்றன என்பது தெளிவாகிறது.

தசைகளில் நடைபெறும் உயிரியமேற்று மாறுதல் மிக விரைவாக மிகுதிப்படுவதென்பது இயலாத ஒன்றுகும். ஏனெனில் ஓய்வு நிலையிலுள்ள தசைகட்கு ஓய்வு நிலையின்போது தேவையான ஆற்றலை வெளியேற்றுவதற்குவேண்டிய உயிரியமே வழங்கப் படுகிறது. தசைகளின் வழியே பாய்ந்துசெல்லும் குருதியின் அளவு மிகுந்தால்தான் தசைகட்கு வழங்கப்பெறும் உயிரியத்தின் அளவும் மிகும். இதற்கு, இதயவேகம் விரைவுபெறுதல் வலிவு பெறுதல் குருதி தேர்ந்து பரப்பப்படுதல் போன்ற இதய குழல் மண்டல மாறுபாடுகளும் நுரையீரல் காற்றேட்டம் மிகுதிப் படல் போன்ற உயிர்த்தல் மாறுபாடுகளும் (இம்மாறுபாடு நடை பெறவில்லையெனில் நுரையீரல் வழியே மிகுதியான குருதி பாயி னும் உயிரியம் ஏற்காது சென்றுவிடும்) மிக இன்றியமையாதவை களாகும். இம் மாறுதல்கள் தசைகள் வேலைசெய்யத் தொடங்கிய

பின் குறைந்தது இரண்டு நிமிடங்கள் கழித்தே நடைபெறு கின்றன.

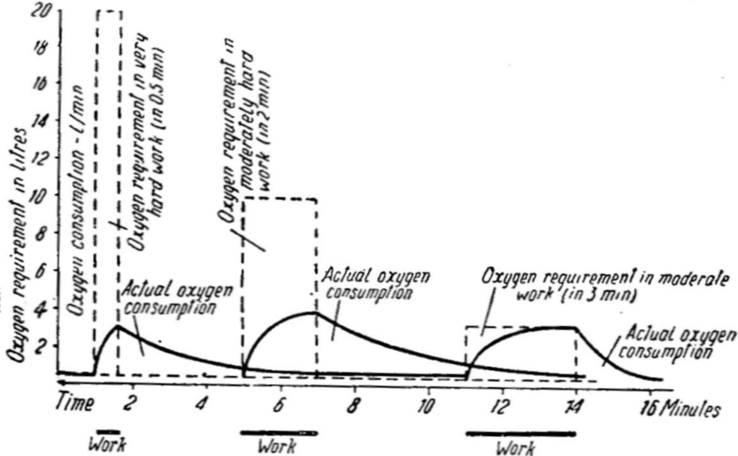
எனவே, மிகக் குறைந்த காலத்தில் நடைபெறும் தசையியக் கங்களுக்குத் தேவையான ஆற்றலை வளியிலா மாற்றங்களே தருகின்றன. இந்நிலைகளில் வளியிலா மாற்ற விளைபொருள்கள் மிகுதியான அளவில் தேங்குகின்றன. மேலே நாம் காட்டிய எடுத்துக்காட்டில் 7 மீ. உயரத்தை 10 விநாடிகளில் கடக்கும் பொழுது 4 கிலோ கலோரி ஆற்றலை வெளிப்படுத்த தேவையான 800 மி. லிட்டரில், உழைப்பின்போது 100 மி.லிட்டரே பயன் படுத்தப்பட்டது. எஞ்சிய 700 மி.லி. உயிரியத்தை உயிரியக்கடன் என்பர். அஃதாவது, சீர்நிலைகளில் உயிரினத்தின் இயக்கங் களுக்குத் தேவையான உயிரியத்திற்குமேலாகக் கடும் உழைப்பின் பிறகு பயன்படுத்தப்படும் உயிரியத்தின் அளவே உயிரியக்கடன் எனப்படும். இதைத் தொடர்ந்து வளியிலா மாற்றத்தின்போது உருவான பொருள்கள் உயிரிய மேற்றப்படுகின்றன.

அடினோசைன் 3-எரியக (முப்பாசுபாரிக்) அமிலத்திலிருந்து பெறப்படும் ஆற்றலைக்கொண்டே பொறியியக்கப் பணிகள் நடை பெறுகின்றன என நாம் கொண்டால், அது தவறாகாது. கிளைக் கோசன் சிதைவும், உயிரியமேற்றலும் தசையியக்கத்தின்போது வீணாகும் அடினோசைன் 3-எரியக (முப்பாசுபாரிக்) அமிலம் மீண்டும் உருவாகிட இன்றியமையாத மாற்றங்களாகும். தசை கட்குப் போதுமான அளவு உயிரியம் வழங்கப்படும்பொழுது வளியிலா மாற்ற விளைபொருள்கள் உருவான உடனே உயிரிய மேற்றப்படுகின்றன. தசைகட்குப் போதுமான அளவு உயிரியம் வழங்கப்படாதபோது போதுமான அளவு உயிரியம் வழங்கப் படும்வரை வளியிலா மாற்ற விளைபொருள்கள் தசைகளிலேயே தங்கியிருக்கின்றன. இதுவே இரு நிலைகளுக்குமிடையேயுள்ள வேற்றுமையாகும். தசைகளில் உருவாகும் வளியிலா மாற்ற விளை பொருள்களை உயிரியமேற்றிடத் தேவையான உயிரியத்தின் அளவினை 'தசையின் உயிரியத்தேவை' என அழைக்கிறார்கள்.

கடும் உழைப்பின்போது பெரும்பாலும் தசைகள் உயிரியக் கடன்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட காலக்கூறில் உருவாகும் இலாக்டிக் அமிலம் மற்றும் வளியிலா மாற்ற விளைபொருள்கள் போன்றவற்றை உயிரியமேற்றுவதற்கு அதே காலக்கூறில் போது மான அளவு உயிரியம் வழங்கப் பெறுமெனின் மேற்கூறிய பொருள்கள் தேங்குவது நின்று இப்பொருள்கள் உருவாகிய உடனே மாற்றப்பட்டுவிடும். இவ்வாறு ஒருநிலையான வளர்சிதை மாற்றம் நிகழ்கிறது (படம் 192). தசையியக்கத்தின் தொடக்க

நிலையில் உருவாகிடும் நிலையிலா வளியில்லாச் சிதைவின் விளை பொருள்கள், தசைகளின் தேவைக்கு மிகுதியாக உயிரியம் வழக்கப்பெறும்போது தசையியக்கம் முடிந்த பின்னர் உயிரியமேற்றப்பட்டு நீக்கப்படுகின்றன. இதனை 'உயிரியக்கடன்' என அழைப்பார்.

ஒன்று அல்லது இரண்டு நிமிடநேரக் கடும் உழைப்பின்போது உயிரியக்கடனின் அளவு 5லிருந்து 10லிட்டர் வரை சென்றுவிடு



படம் 192

உயிரியக் கடன் உருவாதலையும், உயிரியத் தேவையையும் காட்டும் படம்

படத்தினுள் குறிக்கப்பட்டவற்றின் விளக்கம்:

உயிரியத்தேவை (லிட்டர்களில்]; பயன்படுத்தப்படும் உயிரியம் லி. கி; கடும் உழைப்பின்போது தேவையான உயிரியம் (0·5 நிமிடத்தில்); மெய்யாகவே பயன்படுத்தப்படும் உயிரியம்; சுமாரான கடும் உழைப்பின்போது தேவையான உயிரியம் (2 நிமிடங்களில்); மெய்யாகவே பயன்படுத்தப்படும் உயிரியம்; சுமாரான உழைப்பின்போது தேவையான உயிரியம் (3 நிமிடங்களில்); மெய்யாகவே பயன்படுத்தப்படும் உயிரியம்.

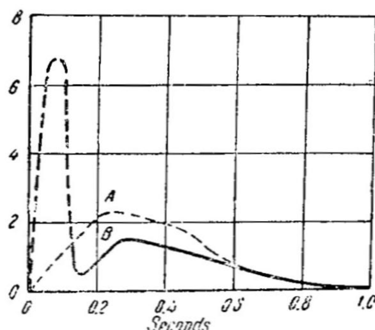
புள்ளியிட்ட கோடுகளால் குறிக்கப்பட்டுள்ள செவ்வகங்கள் வெவ்வேறு வகையான உழைப்பு நிலையில் தேவையான உயிரிய அளவைக் காட்டுகிறது (குறிப்பிட்ட கால அளவில் செய்யப்பட்ட உழைப்பின் அளவைக் கொண்டு கணிக்கப்பட்டது.) கருங்கோடுகள் உழைப்பின்போதும் (செவ்வகத்தின் வலப்புறக் கோட்டினைக் கடந்து செல்லுமுன்னர்) உழைப்பின் பின்னரும் மெய்யாகவே பயன்படுத்தப்பட்ட உயிரியத்தின் அளவைக் காட்டுகின்றன. கிடைத் தொடரற்றகோடு, ஓய்வு நிலையில் பயன்படுத்தப்படும் உயிரிய அளவைக் காட்டுகிறது. செங்குத்துக் கோடு உயிரியத் தேவையினை லிட்டர்களில் குறிக்கிறது.

(A. ஃகில்லரைப் பின்பற்றியது)

கிறது. குருதியிலுள்ள இலாக்டிக் அமிலத்தின் அளவு 0·01லிருந்து 0·15 அல்லது 0·20 விழுக்காடாக உயர்ந்துவிடுகிறது. மனித உடலில் உருவாகும் இலாக்டிக் அமிலத்தில் நாலில் ஒரு பங்கு கரிஈருயிரியையாகவும், நீராகவும் எரிக்கப்பட்டுவிடுகிறது; கிளைக்கோசன் மீண்டும் உருவாதலில் கல்லீரல் சிறப்பான பங்கு பெறுகிறது.

மாச்சத்து மட்டுமன்றி, கொழுப்பு, புரதம்போன்றவைகளும் உயிரினத்தின் இயக்கங்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன என்பதில் ஐயமெதுவும் இருக்கமுடியாது. கொழுப்புக்களோடு ஒப்பிடும்போது, உழைப்பு கடுமையாகும்பொழுது சிதைவுறும் மாச்சத்தின் அளவும் மிகுந்துவிடுகிறது. நீடித்த உழைப்பின்போது (சான்றாக, பல மணிநேர நடையின்போது) உயிரினத்திலுள்ள மாச்சத்துச் சேமிப்பு குறைந்துவிடுகிறது. அந்நிலைகளில் சருக்கரைப் பொருள்களை உண்பதன்மூலம் குறைந்து வரும் திறனை மீண்டும் பெற இயலும்.

தசைச் சுருக்கத்தின்போது உருவாகும் வெப்பம் (Heat production in muscular contraction): தசையியக்கத்தின்போது வெளியாகும் ஆற்றல் பொறி ஆற்றலாக மட்டுமின்றி வெப்பமாகவும் குறைந்தது 70% வெளிப் படுகின்றது. வெப்பம் மின்னியக்க முறைகளைப் பயன்படுத்தி தவளையின் தசைவற் படைந்த தசைகளில் வெப்பநிலை உயர்ந்திருப்பதை 1848-ல் எல்ம்காட்சு (Helmholtz) என்பவரே கண்டு பிடித்தார். ஆயினும் சென்ற 30 அல்லது 40 ஆண்டுகளில் நடத்தப்பட்ட ஆய்வுகளிலிருந்து, அதிலும் சிறப்பாக ஃகில் என்பவரின் ஆய்வுகளிலிருந்து தசைவற்புச் சுருக்கத்தின்போதும் தனித்த தசைச் சுரிப்பின் போதும் வெப்பம் உருவாதலின் முறையையும் தசையில் நிகழும் வேதியியல் மாற்றங்களுக்கும் உருவாகிய வெப்பத்திற்குமுரிய தொடர்பினையும் அறிந்துகொள்ள முடிகிறது.



படம் 193

தசையியக்கத்தின் தொடக்க நிலையில் உருவாகும் வெப்ப வரை கோடும் (ஆ: B); விறைப்பு வரைகோடும் (அ: A) 0° வெப்ப நிலையில் தவளையின் சார்ட்டோரியசு தசையின் சமமட்டுடைய சுருக்கத்தின்போது எடுக்கப்பட்டது.
(ஃகார்ட்டியினைப் பின்பற்றியது)

மிகத் துல்லியமான மின்னழுத்த அளவையுடன் இணைக்கப் பெற்ற வெப்ப மின்னியக்கக் கலத்தால் (Thermo-electric battery) தசை வெப்பம் அளக்கப்படுகிறது. இக்கலத்தில் பல வெப்ப அளவைக்கூறுகள் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு வெப்ப அளவைக்கூறும் (வெப்ப நுண் மாறுதலளவை) (Themo couple) இரண்டு இடங்களில் பொருத்தப்பட்டுள்ள வெவ்வேறு பண்புடைய உலோகக் கடத்திகளைக் கொண்ட ஒரு மின் ஞேட்டத்தைக் கொண்டதாகும். இரு இணைப்புகளிலும் வெப்ப நிலை ஒன்ருக இருப்பின் மின்ஞேட்டம் எதுவும் நடப்பதில்லை. இருநிலைகளுக்குமிடையே வெப்பநிலை வேறுபடத் தொடங்கும் பொழுது இம்மின் சுற்றுடன் இணைந்துள்ள மின்னழுத்த அளவை மின்ஞேட்டமிருப்பதைக் காட்டுகிறது. இரு இணைப்புகளுக்கு மிடையே இருக்கும் வெப்ப வேறுபாட்டிற்கு நேர்வீதத்திலேயே மின்னியக்க விசையுமிருக்கிறது. 0·0000001° வெப்ப வேறு பாட்டினைக் கூட ஃகில் முறையினைப் (Hill's method) பயன்படுத்தி யறியமுடியும்.

தசைச் சுரிப்பின்போது வெப்பம் உருவாதல் சிறு இடைவெளி யால் பிரிக்கப்பட்ட இருநிலைகளைக் கொண்டதாகும். முதல் நிலையினைத் தொடக்கநிலை வெப்ப உருவாதல் என்றும் இரண்டாவது நிலையினைக் காலந்தாழ்த்திய வெப்ப உருவாதல் எனவும் அழைக்கிருர்கள். தொடக்கநிலை வெப்ப உருவாதல் வளிநிறை, வளியிலாநிறை தசைச் சுருக்கத்தின்போது ஒன்ருக விருப்பதால் இவ்வெப்ப உருவாதலை வளியிலா மாற்றச் செயல் களே கணிக்கின்றன எனத் தெரிகிறது. சமமான (Isometric) நிலைகளில் தவளைத் தசையின் ஒற்றைச் சுரிப்பின் ஒரு கிராம் தசை எடைக்கு ஏறத்தாழ 0·003 கலோரி வெப்பம் உருவாகிறது. மொத்த வெப்பத்தின் 60% கூருன காலந்தாழ்த்திய வெப்ப உருவாதல் உயிரியமிருக்கும் பொழுதும் ஒற்றைச் சுரிப்பு முடிந்த பின்னர் சிறிது நேரம் வரையும் நடைபெறுகிறது. எனவே, இந்நிலை உயிரியமேற்று நிகழ்ச்சியுடன் தொடர்புடையதாகிறது.

தொடக்க (வளியிலா மாற்ற) வெப்பம் உருவாகும் காலம் தனித் தன்மையுடையதாகும். தசையில் விறைப்பு உருவாகும் பொழுதே கணிசமான அளவு வெப்பம் உருவாகிவிடுகிறது. இதன்பின் வெப்பம் உருவாதல் குறைகிறது. மீண்டும் தசை தளர்வுறும்போது மிகுதிப்படுகிறது. வெளியாகும் தொடக்கநிலை வெப்பத்தில் 10-15% கூறு தளர்வுற்ற பின்னரும் வெளிப்படுகிறது ஏனெனில் தசை தளர்வுற்ற பின்னரும் கிளைக்கோசனிலிருந்து இலாக்டிக் அமிலம் தொடர்ந்து உருவாகிறது (படம் 193).

மொத்த வெப்பத்திற்கும் தொடக்கநிலை வெப்பத்திற்கு மிடையேயுள்ள வளிநிறைநிலை தசைச் சுருக்கத்தின் பல்வேறு நிலைகளைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது. சான்றாக தசை, ஒற்றைச் சுரிப்பின்போது தொடக்க வெப்பத்தினைவிட மொத்த வெப்பத்தின் அளவு 70% மிகுதியாய் இருக்கிறது. ஒரு நிமிட இடைவெளியினைக்கொண்டு மீண்டும், மீண்டும் சுருங்கும்பொழுது 90% மிகுந்திருக்கிறது. ஆனால் டெடானிக் (tetanic) சுருக்கத்தின்போது 2·5 மடங்கு மிகுதியாக இருக்கிறது. இதிலிருந்து ஒற்றைச் சுரிப்பின்போதோ எப்பொழுதாவது சுருங்கும்போதோ மிக எளிய மாச்சத்துகளைச் சிதைத்திடாத வேதியியல் மாற்றங்களே நடைபெறுகின்றன எனக் கொள்கிறோம்.

வெப்பத்தை வெளிவிடும் மாற்றங்களின்போதும், உயிரிய மேற்று மாற்றங்களின்போதும் வெளிவிடும் ஆற்றலைப் பயன்படுத்திக்கொண்டு வெப்பத்தை வெளிவிடா மாற்றங்களால் தசையின் பணித்திறன் மீண்டுருவாக்கப்படுவதால் அடினோசைன் 3-எரியக (முப்பாசுபாரிக) அமிலம் எரியக (பாசபோ) கிரியாட்டின் கிளைக்கோசன் முதலியன மீண்டுருவாக்கப்படுவதால் தசையில் வெளிப்படும் வெப்பம் அனைத்தையும் அளவிட இயலாது.

தசைச் சுருக்கத்தின் நுட்பம்
(Mechanism of Muscular Contraction)

அடினோசைன் 3-எரியக (முப்பாசுபாரிக்) அமிலம் சிதைவதே தசைச் சுருக்கம் தொடங்குவதற்கான காரணி என்றும் தசைச் சுருக்கத்திற்கான ஆற்றலைத் தருவதும் அதுவே என்றும் இன்றைய உடலியங்கியலாளர்கள் கருதுகின்றனர். இலாக்டிக் அமிலம் உருவாகும்பொழுது சிதைவுற்ற கரிக்கூட்டுப் பொருள்கள் மீண்டும் பெறப்படுகின்றன. இவ்வேதியியல் மாற்றங்களால் வட்டுகளில் சுருக்கத்தின்போது நிகழும் மாற்றங்களைப் பல்வேறு ஆய்வாளாரும் வெவ்வேறு முறையில் கூறிவருகின்றனர். சிறுக்கக் காரணமாக அமையும் வட்டுகளில் வீங்குவதுதான் எனச் சிலரும் இவ் வட்டுகளின் பரப்பு விசையும் (Surface tension) இவற்றிலுள்ள உறுநுண் பொருள்களின் பரப்பு விசையும் உயர்வதே காரணமெனச் சிலரும், தசைகளில் கரைதக்கை செல்பொருள்கள் திரட்சியடைவதே காரணமென மற்றும் சிலரும் கூறுகின்றனர்.

எல்லா உயிரினப் பொருள்களுக்கும் இரட்டை ஒளிமுறிவு (Double refraction) இருப்பதால் அப்பொருள்களை உருவாக்கும் கரைதக்கைக் (colloidal) கூறுகள் சீராக அமைக்கப்பட்டுள்ள அணுத்திரள்கள் கொண்ட படிக அமைப்புடைய பொருள்கள்

என நீண்ட காலத்திற்கு முன்பே அறிந்து கொண்டனர். அதன் பின்னர் நடத்திய ஆய்வுகளும் இதை மெய்ப்பித்தன. வரித்தசை களில் இரட்டை ஒளிமுறிவு அத்தசை நார்களிடத்தே அமைந் துள்ள புரதக் கூறுகளின் தனிப்பண்பாக இருக்கிறது. மையோசின் (Myosin) என்ற தசைப்புரதம் இப்பண்பினைக் கொண்டதாகும் இப்புரதத்தின் கரைசல் இரட்டை ஒளிமுறிவு கொண்டு விளங்குகிறது.

மேற்கூறிய விளக்கங்களை அடிப்படையாகக்கொண்டு பல உடலியங்கியிலாளர்களாலும் இன்று ஏற்றுக் கொள்ளப்படு கின்ற தசைச் சுருக்கக் கொள்கையினை மேயர் (Meyer) என்பவர் (1929) கூறினர். ஆனல் இக்கொள்கை இன்னும் முழுமையாகச் சான்றுடன் நிறுவப்படவில்லை. இக்கொள்கையின்படி மற்ற புரத அணுத்திரள்கள் போலவே தசைப்புரதமான மையோசினின் அணுத்திரள்களும் புரதங்களைப் போன்று நவஅமிலங்களின் (Amino acids) தொடராகவே யிருக்கின்றன என்று இக்கொள்கை கூறுகிறது. அஃதாவது ஓர் நவஅமிலத்தின் சரிஉயிர்நீரிய குழுவும் (Carboxyl) மற்ருேர் நவஅமிலத்தின் நவக்குழுவும் (— NH_2) இணைந்த தொடரால் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றதென்பதாகும். ஓய்வு நிலையிலுள்ள தசையில் இம் மையோசினின் நீண்ட அணுத்திரள் களான வலிவற்ற திருகுச் சுருளைப்போன்று அமைக்கப்பட்டிருக் கின்றன. தசையினைத் தூண்டும்போது ஊடகத்தின் தன்மை இருகுணமுடைய மையோசினேடு ஒத்த மின்னழுத்தமுடையதாக மாறிவிடுகிறதெனக் கொள்ளலாம். இதனல் நேர் எதிர் மின் னழுத்த அயனிகள் உருவாகின்றன. ஈர்ப்புவிசையால் மையோசினின் சுருள்போன்ற இழைகள், சுருளொன்று அமுக்கப் படும்பொழுது சுருங்குவது போன்று சுருங்கிவிடுகின்றன.

தசைச் சுருக்கத்திற்குப் புரத அணுத்திரள்கள் சுருங்குவதே அடிப்படையென்றும் இவ்வாறு அணுத்திரள்களில் மாறுதல்களை எதிரெதிர் பண்புகொண்ட அயனிகளின் எதிரெதிர் விளைவுகளே கணிக்கிறதெனக் கொள்வோமெனில் தசையினை ஒரு மின்னியக்கப் பொறி (Electro Dynamic Machanism) போன்றே கொள்ள வேண் டும். இக்கோட்பாடு தசையினை வேதியியக்கப் (Chemodynamic) பொறியென்றும் வேதியாற்றலே பொறியாற்றலாக மாற்றப் படுகிறதென்றும் கூறிடும் கோட்பாடுகளிலிருந்து பெரிதும் வேறுபட்டது.

சென்ற பத்தாண்டுகளில் தசையியக்கத்தினைப்பற்றிய ஆய்வு நடத்தியவர்களின் கருத்து முழுவதும் தசைப்புரதமான மையோசினுக்கும் அடீனேசைன் (முப்பாசுபாரிக்) அமிலத்திற்கு

மிடையே உள்ள தொடர்பினை அறியும் துறையில் திரும்பியது. அடினோசைன் (முப்பாசுபாரிக்) 3- எரியக அமிலம் அடினோசைன் இரு(பாசுபாரிக்) எரியக அமிலமாகவும், (பாசுபாரிக்) எரியக அமிலமாகவும் மாறும்போது மையோசினின் இழைகளில் விறைப்புத் தன்மை மிகுந்து விடுகிறதெனக் கண்டுள்ளனர். மேலும் அடினோசைன் (முப்பாசுபாரிக்) 3-எரியக அமிலத்தைச் சிதைக்கும் நொதியாக மையோசின் செயல்படுகிறதெனவும் கண்டனர் (ஏஞ்சல் கார்டும் லையூபிமோவா 1939) (V. Engelhardt and M. Lyubimova.)

மற்ற நூலாசிரியர்கள் தரும் விளக்கங்களைக்கொண்டு நோக்குமிடத்து தசையின் சுருக்கக் கூறுக விளங்குவது மையோசின் மட்டுமன்று என்றும் மற்றொரு தசைப்புரதமான ஆக்டினுடன் சேர்ந்த கூட்டுப்பொருளான ஆக்டோ மையோசின் (Acto Myosin) என்பதே தசைச் சுருக்கக் கூறுகும் என்றும் தெரிகிறது. அடினோசைன் (முப்பாசுபாரிக்) 3-எரியக அமிலமும், வெடியுப்பு (Potassium) அயனிகளும் இருக்கும்பொழுது கணிசமான நீரினை இழந்து ஆக்டோ மையோசின் சுருங்குகிறது.

தசை இயங்கமைப்பு ஆகியவற்றின் சோர்வுநிலை (Fatigue of the Muscle and the Motor Apparatus)

நீண்ட நேரத்திற்கு தசையொன்றினைக் குறுகிய கால இடைவெளியில் மீண்டும் மீண்டும் தூண்டினால் பல சுருக்கங்களுக்குப் பின்னர், தசைச் சுருக்கத்தின் வலிவு குன்றத் தொடங்கி விடுகிறது. இவ்வாறு குன்றத் தொடங்கிய பின்னர் சுருங்கும் ஆற்றலை இழந்துவிடும் நிலை அடைகிறது. தசைச் சுருக்க வலிவு குறைந்து வரும்போது சுருக்க காலம் சிறப்பாகத் தளர்வுகாலம் நீட்டித்துவிடுகிறது. சுருக்கம் முற்றுப் பெற்றவுடன் அத்தசை தன்னுடைய பழைய நிலையடைவதற்கு நீண்டநேரம் ஆகிறது. ஏனெனில் அத்தசை சுருக்க நிலை யடைந்திருப்பதே காரணமாகும். உள்ளார்ந்த காலம் (Latent Period) நீட்டித்து சுருங்குந் தன்மை குறைந்துவிடுகிறது. தசையின் முழு ஆற்றலும் வேலைத் திறனும் குறைந்துவிடுகிறது. இவ்வாறு தசையியக்கத்தின் விளைவால் ஏற்படும், ஆற்றல் குறைவும் பணித்திறனிழப்பும் 'தசைச் சோர்வு' என அழைக்கப்படுகின்றன.

செயற்பொருளிழந்து உறுப்புகள் வெறுமையடைவதே தசைச் சோர்வுக் காரணமாகும் என முதன்முதலில் கூறினர். (ஃசிஃப்). இதன் பின்னர் தசையியக்கத்தின்போது நடைபெறும்

வளர்சிதை மாற்றக் கழிவுப் பொருள்கள் சோர்வுக்குக் காரண மென விளக்கினர் (ஃப்ஜைசர்) (Pfluger). முதலில் கூறப்பட்ட காரணம் தனியே பிரிக்கப்பட்ட தசையைப் பொறுத்தவரை உண்மையாக இருக்கலாம். வழமையான குருதிச் சுற்றோட்டத்தை நிலைநிறுத்திவிடின் சோர்வடைந்ததசையிலுள்ள கிளைக்கோசனின் அளவு சீர்நிலையிலிருந்து சிறிதளவே மாறுபடுகிறதென நடத்தப் பட்ட ஆய்வுகள் கூறுகின்றன. வளர்சிதை மாற்றவினை பொருள் களான இலாக்டிக் அமிலம் (பாசுபாரிக்) எரியக அமிலம் போன்றவை தசையில் தேங்கிடும்போது தசையின் பணித்திறன் மிகக் குறைந்துவிடுகிறது. தனியே பிரித்தெடுத்த தசையின் குருதிக் குழல்கள் வழியே இவ்வமிலங்களின் நீர்த்த கரைசல் களைப் பாய்ச்சினால் தசையானது சோர்வு நிலையடைவதைக் காணலாம். இதற்கு மாறாக இக்குழல்களின் வழியே இரிங்கரின் குழம்பினைப் பாய்ச்சிடும்போது இக்குழம்பு மேற்கூறிய அமிலங் களை வெளியேற்றிவிடுவதால் புதிதாக கிளைக்கோசனோ, உயிரியமோ வழங்கப்படாதபோதிலும் தசைகள் மீண்டும் சுருங்குந்தன்மையைப் பெறுகின்றன.

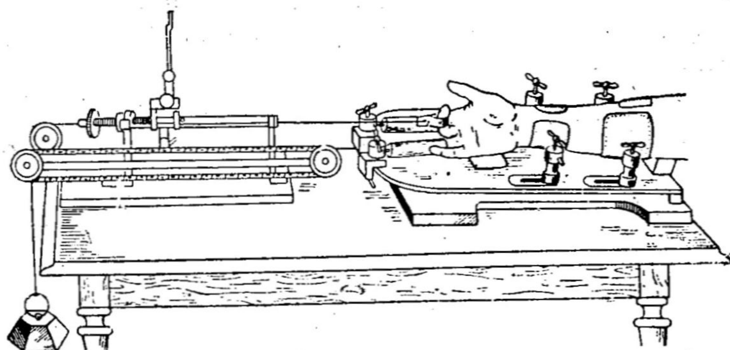
தனியே பிரித்து ஆய்வதை விட்டு தசையினைத் தசைச் சுருக்கத்திற்கான தூண்டலைகளை வழங்கிடும் நரம்பு மண்டலத் துடன் இணைத்துப் பார்க்கும்பொழுது இயங்கமைப்பின் பணியினால் நரம்பு அணுக்கள் இயக்க நரம்புகளின் முனைகள் போன்ற நரம்பு இணைப்புகளிலேயே முதன்முதலில் சோர்வு தோன்றுகிறது என அறிகிறோம். தசைச் சுருக்கத்திற்கான தூண்டலைகளைத் தரும் இயக்க நரம்புகளைத் தூண்டும்போது இயக்க நரம்புகளின் தசையில் சோர்வு காணப்படுவதில்லை.[1]

புற, மைய இயக்கமைப்புகள் இணைந்து பணியாற்றும்போது மைய நரம்பு மண்டலமே முதலில் சோர்வடைகிறது. சான்றாக ஒரு குறிப்பிட்ட பளுவினைத் தூக்கும்பொழுது ஏற்படும் சுருக்கங் களைப் பதிவு செய்தபோது (இச்சுருக்கங்களுக்கிடையே மிகக் குறைந்த கால இடைவெளியே இருக்கும்போது) சோர்வுநிலை

[1] நரம்புகளின் வழியே தசைகள் தூண்டப்படும்பொழுது நிகழும் சோர்வு நிலையைத் தடைநிகழ்ச்சியுடன் சேர்த்துக் குழப்புதல் கூடாது. தடை நிகழ்ச்சி அடுக்கடுக்காகத் தூண்டியபோதும் மிக வலிவான தூண்டுகை களினாலும் இயக்க நரம்புகளின் முனைகளில் தோன்றுகிறது. சோர்வு நிலை போலன்றி இந்நிகழ்ச்சி தூண்டுகையின் வலிவு குறைந்தவுடனோ அடிக்கடி தூண்டுவதைக் குறைத்த உடனோ நீங்கிவிடுகிறது. சான்றாகத் தோல்வழியே இயக்க நரம்பினைத் தூண்டியபோது சுருங்குவதை நிறுத்திய தசை, தசையினையே நேரடியாகத் தூண்டியபோது சுருங்கத் தொடங்குகிறது. நரம்பிழைகள் மற்றவைகளோடு ஒப்பிடும்பொழுது களைப்படைவதில்லை எனலாம். இதுபற்றி 48-ஆம் இயலில் படிப்போம்.

ஏற்படுவதால், அத்தசையின் சுருங்குந்தன்மை குறைந்து விடுகிறது. ஆனால் அத்தசையின் இயக்கநரம்பினை மின்னாற்றலால் தூண்டினால் மிகவலிவான சுருக்கவிளைவினைக் காண்கிறோம்.

மனிதன் தசையியக்கத்தின்போது ஏற்படும் சோர்வினை எர்-கோ ஃகிராப் (Ergograph) என்ற கருவிமூலம் கண்டு பிடிக்க முடியும். இக்கருவியின் ஒரு அமைப்பு 194ஆம் படத்தில்



படம் 194

மோசோவின் தசைத் திறன் பதிவியல் முன்கை, சுட்டுவிரல், மோதிர விரல் ஆகியவை அசையாது பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. நடுவிரலின் மடக்குத் தசை சுருங்குவதால் எடை உயரே தூக்கப்படுகிறது. விரலின் அசைவுகள் அலைபதிவியின் பட்டையில் குறிக்கப்படுகின்றன.

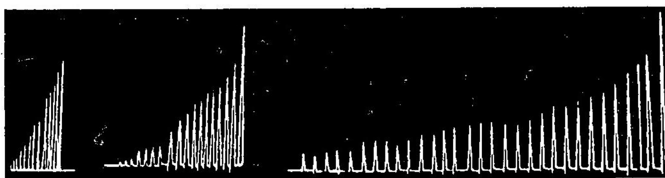
காட்டப்பட்டுள்ளது. கையினை அசையாது பொருத்தி அருகி லுள்ள விரல்களை அசையவிடாது தடுத்து நடுவிரல்மட்டும் ஒரு குறிப்பிட்ட பளுவினைத் தூக்குவதற்கான முறையில் இக்கருவி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தசையின் சுருக்கத்தினைச் சுழலும் உருளை ஒன்றின்மீது வரைபடமாகப் பதிக்கவும் ஏற்பாடு செய்யப்பட்டிருக்கிறது. விரலால் தூக்கப்படும் பளுவின் எடையினை அப்பளு தூக்கப்படும் உயரத்தால் பெருக்கித் தசை யின் வேலைத் திறனைக் கணக்கிட முடியும். மிகக் குறுகிய காலத்தில் வேகமாகச் சுருக்கங்கள் நடைபெறின் விரைவிலேயே தசை சோர்வடைந்து விடுகின்றன (195ஆம் படம்). ஒவ்வொரு சுருக்கத்திற்கும் இடையே 10 வினாடி இடைவெளி இருக்கும் போதும் மிகு எடையற்ற பளுவினைத் தூக்கும்போதும் சோர்வு நிலை ஏற்படுவதேயில்லை.

தசையின் பளுதூக்கும் திறனை அளவிட அவராலேயே உருவாக்கப்பட்ட இருகை தசைத் திறன் பதிகருவியின் துணை

கொண்டு சில சிறப்பான உண்மைகளைச் செகனேவ் கண்டறிந்தார் (1903).

முழு ஓய்விற்குப் பின்னர் சோர்வுற்றிருந்த வலது கை பெறும் திறனையும், இடதுகை இயங்கிக் கொண்டிருக்கும்பொழுது வலது கை ஓய்வெடுத்த பின்னர் பெறும் திறனையும் ஒப்பிட்ட செகனேவ் இடதுகை இயங்கிக்கொண்டிருக்கும்பொழுது சோர்வுற்ற வலது கை தன் திறனை விரைவாக மீண்டும் பெறுகிறதெனக் கண்டார். இந்நிலையில் வெறும் ஓய்விற்குப் பின்னரைவிட மிக உயரத்திற்கு வலது கையால் தூக்க இயலுகிறதெனக் கண்டார் (படம் 242ஐப் பார்க்கவும்).

சோர்வுற்ற ஒரு கையின் திறனை மற்ருெரு கையின் உணர் நரம்பைத் தூண்டு மின்னுற்றலால் தூண்டுவதோடு ஓய்வு கொடுத்



படம் 195

பல்வேறு தொடர் நிலைகளில் சோர்வு நிலையேற்படுவதைக் காட்டும் தசைத்திறன் பதிவேடு

1. ஒரு விஞடிக்கு ஒருமுறை சுருங்கும்பொழுது.
2. இருவிஞடிகளுக்கு ஒருமுறை சுருங்கும்பொழுது.
3. நான்கு விஞடிகளுக்கு ஒருமுறை சுருங்கும்பொழுது.

(வளைகோடுகளை வலமிருந்து இடமாக வாசிக்க வேண்டும்)

தும், கால்களால் பளுவினைத் தூக்கியும் பொதுவில் எவ்வகையான தசையியக்கத்தாலும் மேற்கூறியது போன்ற விளைவினை ஏற்படுத்த முடியும். மேற்கொண்டு செயல்படாதவாறு சோர்வடையச் செய்யும் கடும் உழைப்பின் பின்னரும் மேற்கூறியவாறு செயல்நிலை ஓய்வுபெறும்போது பணிபுரியும் ஆற்றலை மீண்டும் பெறமுடியுமெனக் காண்கின்ருேம். மற்ருெரு கையின் இயக்கத்தோடு அல்லது அக்கையின் உணர்நரம்பிழைகளைத் தூண்டுவதோடு சோர்வுற்ற வலதுகையினை ஓய்வுபெறச் செய்யின் அவ்வலது கையின் ஆற்றலை மீண்டும் பெறவியலும்.

எனவே, செயல்நிலை ஓய்வும், அதுபோழ்தே மற்றத் தசைகள் நடுத்தரமான வேலை செய்வதும் செயலற்ற ஓய்வினைவிட இயங்கமைப்பின் சோர்வினைப் போக்குவதற்குச் சிறந்த வழி

யாகும். இவ்வுண்மைகளின் அடிப்படையே சோவியத் மக்களின் உடற்செம்மைக்கு ஆணிவேராக இருக்கிறது.

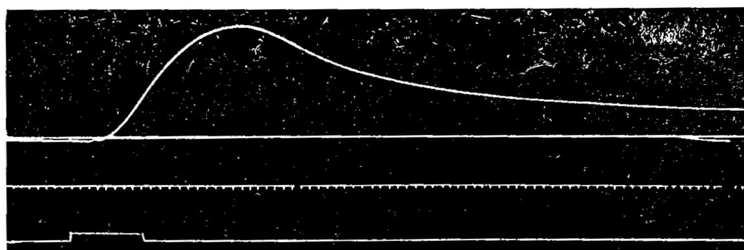
செயல்நிலை ஓய்வின்போது இயங்கமைப்பு மீண்டும் தன்னுற்றலைப் பெறுவதையும் நடுநரம்பு மண்டலத்தில் இயங்குகின்ற பகுதிகளின் மூட்டு தசை நாண், தசை இவற்றிலுள்ள ஏற்பிகளிலிருந்துவரும் கிளரலைகள் ஏற்படுத்தும் விளைவுகளையும் செசனேவ் இணைத்துப் பார்த்துப் பொருத்தமெனக் கண்டார். இவ்விளைவுகள் ஏற்படுத்தும் மாறுதல்கள் யாவும் நரம்பு மண்டலத்தின் சிறப்பிடங்களால் ஏற்படுத்தப்படும் மறுவினைச் செயல்கள் என இவர் கருதினர். மேலும் சோர்வுற்ற வலது கை இயங்கும் பொழுது இடது கையின் நரம்புகளைத் தூண்டுவதன்மூலம் சோர்வுற்ற வலது கையின்திறனை மிகுதிப் படுத்த இயலும் எனவும் காட்டினர்.

இன்று பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் (Sympathetic System) புறப்பகுதியினைத் தூண்டுவதால் சோர்வுற்ற என்புத்தசையின் ஆற்றலை மிகுதிப்படுத்த இயலும் என ஓர்பெலியின் தலைமையில் இயங்கும் ஆய்வுக்கூடங்கள் காட்டியுள்ளன. இதனை ஓர்பெலி சினட்சின்சுகி நிகழ்ச்சியெனக்கூறுவர் (Orbeli-Ginetsinsky phenomenon) (படம் 241). பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் தனித்த மாற்றியமை - ஊட்டப்பணியின் விளைவிலொன்றே மேற்கூறிய நிகழ்ச்சியென ஓர்பெலி கருதினர். முன்னர் சொல்லிய செசனேவின் கண்டுபிடிப்புகளையும் ஓர்பெலியின் கருத்துகளையும் ஒப்பிட்டுப்பார்க்கும்பொழுது சோர்வுற்ற தசைகளுக்கு நடுநரம்பு மண்டலத்தால் அனுப்பப்படும் தூண்டலைகளைக் கடத்திடும் இயக்கு நரம்புகளாகப் பரிவுநரம்புகள் பணியாற்றுகின்றனவெனக் கூறமுடியும். நடுநரம்பு மண்டலத்தோடு பரிவு நரம்புகளால் இணைக்கப்பெற்ற தசையின் இயக்கத்தில் புறஅகவேற்பிகளைத் தூண்டுவதன்மூலம் ஏற்படும் மறுவினைகளால் ஓர்பெலி சினட்சுகி நிகழ்ச்சியை உருவாக்கிடமுடியும் எனச் செய்முறைமூலம் உறுதி செய்யப்பட்டிருக்கின்றது.

இயங்கமைப்பின் சோர்வினைப் போக்குவதில் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் சிறப்பிடங்கள் பெரும் பங்கினைச் சிறப்பாக பெருமூளைப் புறணி ஆற்றும் பங்கினை, தசைத்திறனை மிகுதிப்படுத்திடும் தூண்டுகையுடன் இணையாக வழங்கப்பெறும் செயலற்ற இயக்கியும் மேற்கூறிய ஓர்பெலி-சினட்சுகி நிகழ்ச்சியினை ஏற்படுத்திடும் செய்முறைகளால் ஓரளவிற்குக் காட்டிட இயலும் (வாசிலேோயும், ஏனையோரும்).

வரியில் தசைகளின் பணிசார்பியல்புகள்
(Functional Properties of Smooth Muscles)

முதுகெலும்பினங்களில் வரியில் தசைகள் உட்கிட உறுப்புகளில் காணப்படுவதால் இவை உட்கிடைத் தசைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இத் தசைகளின் இயக்கங்கள் விரைவின்றி, மெல்லவும், நீடித்த சுருக்கம் உடையன என்று முன்பே கூறியுள்ளோம். இத்தசைச் சுருக்கத்தின் இருநிலைகளும் மிக நீடித்தவை. சுருக்கத்தின் உள்ளார்ந்தநிலை பலவினாடிகளாகக் கூட இருக்கும். கண நேரத் தூண்டலின் விளைவான சுருக்கத்தின் முழுநேரம் 20 வினாடியாகவோ அதற்கு மேலாகவோ இருக்கும் (படம் 196). பொதுவாக வரியில் தசைகளின் தூண்டல் குறுமட்டம் (Threshold of Stimulation) என்புத்தசைகளின் தூண்டல் குறுமட்டத்தைவிட மிகுதியாக இருக்கிறது.



படம் 196

வரியில் தசையின் சுருக்கம் (கிடைக்கோட்டிற்கு மேலுள்ள வளைகோடு). காலம் வினாடிகளாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. கீழுள்ள கோட்டில் தூண்டுகை குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

மீண்டும், மீண்டும் தூண்டும்பொழுது வரியில்தசை தசைவற்பினை ஒத்த சுருக்கத்தையடைகிறது. இத்தசைச் சுருக்கங்களின் மந்த இயல்பால் என்புத் தசையோடு ஒப்பிடும்போது நீடித்த இடைவெளிகளில் தூண்டினாலும், நிலைத்த நீடித்த தசைச் சுருக்கத்தை ஏற்படுத்த முடியும். சான்றாக, தவளையின் வயிற்றுத் தசை ஐந்து வினாடிகளுக்கொருமுறை தூண்டியபோது தொடர்ந்த சுருக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட விறைப்பு நிலையிலேயே நெடுநேரம் நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் வரியில் தசையின் தனிப்பண்பாகும். இவ்வாற்றல் முதுகெலும்பு அற்றவையன்றி முதுகெலும்புடையனவற்றிலும் காணப்படுகிறது. சான்றாக, ஓர் உயிரினத்தின் வாழ்

நாள் முழுமையும் குறிப்பிட்ட சுருக்கநிலையிலேயே தமனியின் சுவர்த்தசைகள் இருப்பதன்மூலம் தேவையான அளவில் குருதி யழுத்தத்தை நிலைப்படுத்த இயலுகிறது என்பதை நினைவுகூர்க. அதுபோன்று குடல் இரைப்பைத் தசைகள், செரித்தல் காலம் முழுமையும் குறைந்தது பகுதிச் சுருக்கநிலையில் இருக்கின்ற தென்பதையும் மறவற்க.

வரியில் தசைகளின் இந்நிலைக்கு உரம்நிறை விறைப் (Tonic Tension) பெனப் பெயர். இன்னும் சுருக்கமாக உரம் (Tone) என்றும் அழைக்கிறார்கள். நீடித்த வலிவான சுருக்கமடைவதோ டன்றி மிகக் குறைவான ஆற்றலையே இத்தசைகள் பயன் படுத்துகின்றன. வரித் தசைகளைப் போன்று இத்தசைகளும் ஆற் றலைப் பயன்படுத்துமெனின் தசைத் தொகுதியில் மிகக் குறைவான மனிதத் குருதிக் குழல்தசைகள் மட்டுமே உடலில் உருவாகும் ஆற்றலில் ஐந்தில் ஒரு பங்கினைப் பயன்படுத்திக் கொண்டுவிடும். உண்மையில் உரமுடைய சுருக்கத்தினையுடைய மிகமிகச் சிறிதளவு ஆற்றலையே இத்தசைகள் பயன்படுத்துகின்றன. இது போன்ற தசைவற்பினை ஏற்படுத்த வரித்தசைகள் இதைக் காட்டிலும் பல நூறுமடங்கு மிகுதியான ஆற்றலைப் பயன்படுத்து கின்றன. உரன் நிறைவிறைப்பின்போது மிகச் சிறிய அளவி லெனினும் வளர்சிதை மாற்றம் மிகுதலும் மற்றும் பல மெய்ம்மை களும் உரன் நிறைவிறைப்பு நிகழ்ச்சி ஒருமையற்றுவரும் இடையறாத கிளரலைகளாலேயே உருவாகிறதெனக் காட்டு கின்றன.

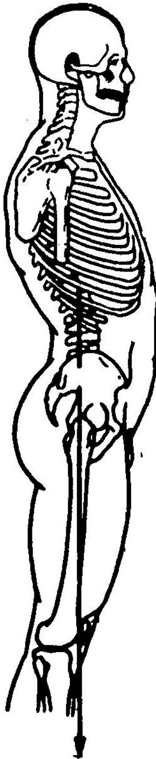
எனவே ஒரு நரம்பிழையுடன் இணைந்துள்ள தசைநார்த் தொகுதியில் முழுமையற்ற தசைவற்பு ஏற்படினும் இத்தசை நார்களாலான பொதுச் சுருக்க வளைவு தொடர்புநிலையுடைய தாகவே யிருக்கிறது. இப்பண்பால் வரியில் தசைகளின் உரம் வரித் தசைகளின் உரநிலை விறைப்பிற்குச் சமமாக இருக்கிறது. மறுவினைக் கிளர்ச்சியால் தனித் தசைத் தொகுதிகளில் விளையும் வலிவற்ற தசைவற்பால் விலங்குகளின் சில தோற்ற அமைவுகளை நிலைத்திடச் செய்ய இயல்வதே இதற்குச் சான்றாகத் திகழ்கிறது.

மனித இயக்கத்தின் பொறிநுட்பம்
(Mechanism of Movements in Man)

என்பு நெம்புகோல்கள் (The Bone Levers): தசைநாண்கள் வரித்தசைகளை எலும்புகளோடு இணைக்கின்றன. உடலியங்கிய லுக்கு நெம்புகோல்களாக எலும்புகள் விளங்குகின்றன. எலும்பின் விடுமுனையிலுள்ள எடையான எதிர்ப்பாற்றலுக்கும் தாங்கு

தளமான மூட்டிற்குமிடையில் விசையேற்றுதளமான தசைப் பொருத்து இருப்பதால் இந்நெம்புகோல் மூன்றும் வகையைச் சேர்ந்ததாகும். முழங்கை மூட்டு, தோள் மூட்டு, முழங்கால் மூட்டு போன்றவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாக விளங்கு கின்றன. பொதுவாக இவ்வகை மூட்டுகளில் தசையின் பொருத்து தாங்குதளத்திற்கு அருகிலேயே இருக்கின்றது. இதனால் மிக மெல்லிய தசைச் சுருக்கங்களால்கூட எலும்பின் விடுமுனை கணிசமான அளவிற்கு அசைகிறது. எனினும் எதிர்ப் பாற்றலை வெல்வதற்கு இதைக்காட்டிலும் மிகுதியான ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது.

இரண்டாவது வகை நெம்புகோல்கள் மிகக் குறைவாகும். இவ்வகையில் எதிர்ப் பாற்றல் மூட்டிற்கும், தசைப் பொருத்திற்கு மிடையே இருக்கிறது. கால்விரல் நுனியில் நின்றுகொண்டிருக்கும் மனிதனின் காலடியில் இவ்வகை நெம்புகோலைக் காணமுடியும். குதிக் கால் தாங்கு தளமாகவும், குதிக்கால் தசையின் அக்லீசு தசைநாண் விசை ஏற்று தளமாகவும், முழங்காலெலும்பின் வழியே கடத்தப்படும் உடல்எடை எதிர்ப்பாற்றலாகவும் விளங்கு கிறது. விசையேற்று தளம் எடையேற்று மிடத்தினைவிட, தங்குதளத்திற்கு (நீண்ட தொலைவில்) சேய்மையில் இருப்பதால் எதிர்த் துச் செயல்பட வேண்டிய உடல் எடையை விடக் குறைவான ஆற்றலே தசைகளில் உருவா கிறது.



படம் 197

உடலின் ஈர்ப்பு மையத்தின்வழியே வரையப்பட்ட கோட்டினைக் காட் டும் படம்.

இறுதியாக எதிர்பாற்றலிடத்திற்கும் விசையேற்றுமிடத்திற்குமிடையே தாங்குதளம் அமைந்திருக்கும் முதல்வகை நெம்புகோல்கள் நடுநிலையில் நிறுத்திடத் தேவையான இடங் களில் காணப்படுகின்றன சான்றாக அட்லசு பிடரி மூட்டினைக் கூறலாம் (Atloido-Occipital Joint). இம்மூட்டில் மூட்டே தாங்குதளமாக வும் மண்டையின் முன்பகுதி எடையாகவும் பிடரி கழுத்துத் தசைகள் விசையாகவும் விளங்குகின்றன. இடுப்பு மூட்டும் கணுக்கால் மூட்டும் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவைகளே. தாங்குதளத்தினின்றும் நீண்ட தொலைவின் தசையில் விசை செலுத்தப்படின் நடுநிலையினை நிலைநிறுத்திட மிகக்குறைவான ஆற்றலே

தேவைப்படும். இணைந்துள்ள பகுதிகளின் இயக்கவரம்பினைக் கணிக்கும் மூட்டுப்பரப்பின் உருவினைப்பொறுத்தே எலும்புகளின் இயக்க இலக்கு அமைந்துள்ளது. கட்டுப்பாடற்ற ஒரு திண்மைப் பொருளின் இடமாற்றமும் சுழலியக்கமும் மூவகைக்கூறில் நடைபெறுகின்றன. எனவே இப்பொருள் ஆறு வகையான இயக்கங்களைக் கொண்டிருக்கும். ஆனால் மூட்டுகளில் எலும்புகள் பொருத்தப்பட்ட நிலையிலிருப்பதால் எலும்புகளின் இயக்கங்கள் கட்டுப்படுத்தப்பட்டே யிருக்கின்றன. இவ்வெலும்புகள் மூவகை இயக்கங்களுக்கு மேல் இயங்க இயலா. எனவே ஒருவகை இருவகை மூவகை இயக்கமுடைய மூட்டுகள் உடலிலிருக்கிறதைக் காண்கிறோம்.

மூவகை இயக்கமுடைய மூட்டுகளில் ஒன்று மேற்கை-தோள் பட்டை மூட்டாகும். இம்மூட்டினால் தோள் மூன்று திசைகளில் அசைகிறது. அவ்வசைவுகள் (1) நேர்மட்டத்தில் (Saggital Plane) நடைபெறும் மடக்குதலும் விரிதலும், (2) பக்கவாட்டு மட்டத்தில் நடைபெறும் நடுஇழுப்பும் நடுஇழிதலும், (3) நீள்மட்டத்தில் நடைபெறும் சுழற்சியும் ஆகும். இடுப்பு, முன்னும் பின்னும் மேலும் கீழும் இடப்புறமும் வலப்புறமும் அசையக்கூடிய கீழ்த் தாடையினைக் கொண்ட கீழ்த்தாடை-மூட்டு போன்றவையும் இவ் வகையைச் சேர்ந்தவையே.

இருவகையான இயக்கங்களுடைய மூட்டுகளில் மேற்கை ஆரவெலும்பு (Humeroradial Joint) ஒன்றாகும். முன்கையினை மடக்கவும் நீட்டவும் மேற்கை எலும்பினை அடித்தளமாகக் கொண்டு சுழற்றவும் இம்மூட்டின் இயக்கத்தால் இயலும். நீட்டலும் மடக்குதலும், காலினை மடக்கிய பின்னர் தசையுடன் இணைந்து சுழலும் ஆற்றலுமுடைய முழங்கால் மூட்டு மற்றொரு எடுத்துக்காட்டாகும்.

ஒருவகை இயக்கமுடைய மூட்டுகளுக்கு மேற்கை-முழு வெலும்பு மூட்டும் விரல் மூட்டுகளும் எடுத்துக்காட்டாகத் திகழ்கின்றன. ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட இயக்கமுடைய மூட்டுகள் அவ்வியக்கங்களை ஏற்படுத்தும் பல்வேறு தசைகளால் இயக்கப் படுகின்றன.

நிற்றல் (Standing): எலும்புக்கூட்டின் பல்வேறு பகுதிகளை இயக்குவதற்கு மட்டுமன்றி நேராக நிற்றல் போன்ற நடுநிலைகளை நிலைநிறுத்தவும் தசைகள் தேவைப்படுகின்றன. மனித உடல் ஒரு தூணாக அசையாப் பகுதிகளால் ஆக்கப்பட்டிருந்து கால்களால் ஆக்கப்பட்ட தாங்குதளத்தின் மையம் வழியே ஈர்ப்புவிசை

செங்குத்தாகச் செல்லுமெனின் நடுநிலையினை நிலைநிறுத்திட முடியும்.

உடல் பகுதிகளின் ஈர்ப்பு விசைக்கோடு (Centre of gravity) உடலின் தாங்கமைப்பின் மூட்டுகளின் வழியே செல்வதில்லை. எனவே இப்பகுதிகளை நடுநிலைப்படுத்த அவ்வவற்றிற்குரிய தசைகளின் விறைப்பு தேவைப்படுகிறது. சான்றாக, தலையின் ஈர்ப்புக்கோடு பிடரெலும்பு மண்டைத் தாங்கி மூட்டின் மையத்திற்கு முன்னால் செல்கிறது. தலையினைச் செங்குத்துநிலையில் வைத்திருக்க கழுத்து பிடரித் தசைகளின் தொடர்பு விறைப்பு இன்றியமையாததாகும். மேலும் முண்டத்தின் ஈர்ப்புக்கோடு, இரு இடுப்பு மூட்டுகளையும் இணைக்கும் கோட்டிற்குப் பின்னால் செல்கிறது. எனவே முண்டம் பின்புறம் கவிழாதிருக்கத் தசையின் விறைப்புநிலை இன்றியமையாதது. இறுதியாக முழுஉடலின் ஈர்ப்பு விசைக்கோடு, இருகணுக்கால் மூட்டுகளையும் இணைக்கும் கோட்டிற்கு முன்னர் செல்கிறது (படம் 197). இங்கும் உடல் பின்புறம் கவிழாதிருக்கக் கெண்டைக் கால்தசை உள்ளிட்ட பல தசைகளின் சுருக்கங்கள் தடுத்துக்கொள்கின்றன.

இவ்வாறாகப் பெருந்தொகையான தசைகளின் தொடர்ந்த செயலாலேயே நம்மால் நிற்க இயலுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஒய்வுநிலையினைவிட, நிற்கும் நிலையின்போது 20 மடங்கு மிகுதியாக வளிமாற்றம் நடைபெறுகிறதெனக் கூறும்பொழுது, இந்நிலைகள் தசைகள் ஆற்றிவரும் பணி எத்துணை என்பது தெரிய வரும்.

நடத்தலும் ஓடுதலும் (Walking and Running): நேராக நிற்கும்பொழுது மனிதஉடலின் ஈர்ப்புவிசையின் செங்குத்துக் கோடு கால்களால் ஆன தாங்குமிடத்துக்கு இடையில் இருக் கிறது. ஒருகாலின் மூலமே ஈர்ப்பு விசையினை செலுத்துவதன் மூலம் மற்றொரு காலை அசைக்கவோ தூக்கவோ முடியும். பொதுவாக இவ்வாறுதான் நாம் நடக்கிறோம் எனலாம். ஒவ்வொரு காலும் அடுத்தடுத்துத் தாங்குகாலாகவும் அசையும் காலாகவும் விளங்குகின்றது. நடுவுடலை ஒருகால் தாங்கிநிற்க மற்றொருகால் முன்னால் தூக்கிவைக்கப்படுகிறது. முதலில் அக்காலின் குதிப்பகுதியே தரையினை அடைகிறது. பின்னர் முழுதுமாகக் காலடி தரையில் வைக்கப்படுகிறது. காலை நீட்டிடும் பொழுது முன்னால் கவிழும் உடலின் எடையினைத் தாங்கிக் கொள்கிறது. இதற்கு முன்னர் உடலினை தாங்கிக்கொண்டிருந்த கால் நிலத்தை விட்டு உயர்கிறது. ஆயினும் இக்காலின் எடைகள் மற்றொரு காலுக்கு எடை மாற்றப்படும்வரை தரையைத்

தொட்டுக்கொண்டிருக்கின்றன. இக்கால் நேராகும்போது உடல் முன்னால் தள்ளுகிறது. பின்னர் இக்காலே முன்புறம் நகர்ந்து தாங்குகாலாக மாறி இவ்வெடையைத் தாங்கிக் கொள்கிறது.

இவ்வாறாக நடக்கும்பொழுது நடுஉடல் ஒருகாலால் தாங்கப் படுகிறது. எனினும் ஒரே நேரத்தில் இருகால்களும் தரையைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் நிலையும் உண்டு. இதைப்போலன்றி முன்னால் சென்ற கால் தரையினைத் தொடுமுன்னரே பின்னர் உள்ளகால் தரையைவிட்டு நீங்குவதால் சில கணத்திற்கு உடல் காற்றிலேயே மிதந்துகொண்டிருக்கும். இதனால் நடப்பதைவிட ஓடும்போது மிகுதியாக இடமாற்றம் நடைபெறுகிறது.

48. நரம்பியங்கியல்

(Physiology of the Nerve)

நரம்புகளின் அமைப்பும், அவை ஆற்றும் பணிகளும்

(Structure and Functions of the Nerves)

தண்டுவடம், மூளை ஆகியவற்றில் அமைந்துள்ள நரம்பணுக் களிலிருந்தோ, தண்டுவட முடிச்சுகள் (Spinal ganglia), பரிவு நரம்பு முடிச்சுகள் (Sympathetic ganglia) போன்ற தனிப்பட்ட நரம்பணுத் தொகுதிகளிலிருந்தோ வரும் நரப்ப விழுதுகளாலான இழைகளைக் கொண்ட கயிறு போன்ற அமைப்புகளே நரம்புகள் எனப்படும். புற ஏற்பிகளிலிருந்து நடுநரம்பு மண்டலத்திற்குக் கிளரலைகளைக் கொண்டு செல்லும் நரம்பிழைகள் ஏற்பிழைகள் (Afferent) [அல்லது உணர்விழைகள், நடுச்செல் நரம்பிழைகள்] என அழைக்கப்படுகின்றன. இதற்கு மாருக, நடுநரம்பு மண்டலத் திலிருந்து தசைகள், சுரப்பிகள் போன்ற செயலுறுப்புகளுக்குக் கிளரலைகளை எடுத்துச் செல்லும் நரம்பிழைகள், விடுப்பிழைகள் (Efferent) [இயக்கு நரம்பிழைகள், புறஞ்செல் நரம்பிழைகள்] என அழைக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலும், ஒரு நரம்புத் தண்டில் இவ்விரு வகையான நரம்பிழைகளும் கலந்தே காணப் படுகின்றன.

நரம்பணுவின் நீண்ட குழல் போன்ற அமைப்பான நரப்ப விழுதே (Axon) (விழுதுக் குழலே) நரம்பிழையின் பெருங்கூருக விளங்குகிறது. பல உறைகளால் சூழப்பட்ட விழுதுகளே நரம் பிழைகளாகும். இவ்வுறைகள் காணப்படுவதைப் பொறுத்து நரம்பிழைகளை, வெண் கொழும உறையுடையவை (Myelinated) என்றும் வெண் கொழும உறையற்றவை (unmyelinated) என்றும் இரு கூருகப் பிரித்து அழைப்பார்கள்.

நரம்பணு ஊன்மத்தில் (Neuroplasm) சமளுகப் பரவியுள்ள நரப்ப மெல்லிழைகளால் (Neurofibrils) நரப்ப விழுது உருவாக்கப்

பட்டிருக்கிறது. இம் மெல்லிழைகள் ஒன்றிற்கொன்று இணையாக அமைந்திருக்கின்றன. வெண்கொழும உறையுடைய நரம்பிழைகளில், நரப்ப விழுதினை, வெண்கொழுமத் திசு சுற்றிச் சூழ்ந்திருக்கிறது. இதன் புறத்தே, இந் நரப்ப விழுது, நரப்ப உறையால் (Neurilemma) [சுவானின் உறை] (Schwann's) மூடப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வெண்கொழும உறை நரம்புகளுக்கு வெண்ணிறக் கீற்றினைத் தருகின்றது. சிற்சில இடங்களில் இவ்வுறை தொடர்பற்றுக் காணப்படுகிறது. எனவே இவ்விடங்களில் நரப்ப விழுது நரப்ப உறையால்மட்டுமே மூடப்பட்டிருக்கும். இவ்விடங்கள் இரான்வீயரின் கணுக்கள் (Nodes of Ranvier) என அழைக்கப்படுகின்றன. வெண்கொழும உறையற்ற நரப்பிழைகளில் பெரும்பாலானவை நரப்ப உறையால்மட்டுமே மூடப்பட்டிருக்கின்றன. மூளை, தண்டுவடம் ஆகியவற்றின் நரம்புகளில் பெரும்பாலானவை வெண்கொழும உறையுடையன. முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளில் வெண்கொழும உறையற்ற நரம்பிழைகளே காணப்படுகின்றன. முதுகெலும்பினங்களில் தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தின் நரம்பு முடிச்சுப் பின்னிழைகளும் (Postganglionic fibres) வலியுணர்வைக் கடத்திடும் நரம்பிழைகள் போன்ற விடுப்பு நரம்பிழைகளும் வெண்கொழும் உறையின்றி இருக்கின்றன.

நரப்ப மெல்லிழைகளே, கடத்தும் கூறுகளாக விளங்குகின்றன என்ற கருத்தே இன்று மேலோங்கியிருக்கின்றது. விழுதுக் குழலின் முழு நீளம் வரை, மெல்லிழைகள் தொடராகக் காட்சி தரும் நிலையும், மெல்லிழை அமைப்பின் வளர்ச்சிக்கும் கடத்தலின் வேகத்திற்குமிடையேயுள்ள இணை நிலையும், கிளர்ச்சியினைக் கடத்துவதில் நரப்ப மெல்லிழைகள் நேரடிப் பங்கு பெறுகின்றன என்று நிறுவுகின்றன. எனினும் மெல்லிழைகள் மட்டுமே கடத்தலில் பங்கு பெறுகின்றன என்றும், அவற்றிற்கிடையேயுள்ள நரம்பணு ஊன்மம் எப்பங்கும் பெறுவதில்லை என்றும் கூறிட இயலாது. மேலும் ஓய்வு நிலையிலுள்ள, உயிருடைய நரம்பிழையில், மெல்லிழை அமைப்பு தொடர்நூல் போன்று காணப்படுவதில்லையென்றும் நரம்புகளில் கரைதக்கை இணையணுத் திரள்கள் (Interfibrillar substance) இருக்கின்றன என்றும், இத்திரள்கள் நரம்பிழை நெடுகிலும் காணப்படுகின்றன என்றும், அந்நரம்பிழை தூண்டப்படும்பொழுது ஒன்றாக இணைந்து தொடர் இழைகளாகக் காட்சியளிக்கின்றன என்றும் காட்டிடப் பல்வேறு ஆய்வாளர்கள் முயன்று வருகின்றனர் (பெதிர்ஃபி).

வெண் கொழும உறை ஆற்றிடும் செயலைத் தெளிவாக நாம் அறியோம். இக் கொழுமஉறை, நரம்பில் கிளரலைகள் கடத்தப்படும் உச்ச வேகத்திற்குப் பெருந்துணையாக இருக்கிறதெனக்

கூறிடும் கொள்கையே இன்று எல்லோராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப் படுவதாகும். இவ்வியல்பினாலேயே, வெண்கொழும உறை யற்ற நரம்பிழைகள் வெண்கொழும உறையுடைய நரம் பிழைகளிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. நரம்பிழையின் கடத்தல் வேகம் (Conduction Rate) அந்நரம்பிழையினைச் சுற்றியிருக்கும் பொருளின் மின் கடத்தாற்றலைப் பொறுத்தேயிருக்கின்றன என்று ஆய்வுகள் புலப்படுத்துகின்றன. வெண்கொழும உறை தொடர்பற்றிருக்குமிடமான இரான்வீயர் கணுக்களில் மட்டுமே மின் தூண்டால் வினையாற்ற இயல்கின்றதென்பதிலிருந்து வெண் கொழும உறையின் மின்காப்பியல்பு தெளிவாகிறது.

நரம்பின் கடத்தல்பற்றிய அடிப்படை விதிகள்
(Fundamental Laws of Nervous Conduction)

நரம்பின் கடத்தாற்றல் அஃதாவது கிளர்ச்சியினை அனுப் பிடும் ஆற்றல் கீழ்க்கண்ட விதிகளால் கணிக்கப்பட்டு வருகிறது.

1. கிளர்ச்சிக் (Excitation) கடத்தலுக்கு நரம்பிழையின் சீரான இயங்கியல் தொடர்நிலையும், ஒன்றியைந்த நிலையும் இன்றியமையாதன ஆகும். குறுக்காக வெட்டுவது மட்டுமன்றி, உடற்கூறியல் ஒன்றிப்பினைச் சிதைத்திடாது நரம்பினைக் கட்டு வதும், கிளரலைகள் கடத்தப்படுவதைத் தடைசெய்கின்றன (நரம்பின் இயங்கியல் - தொடர்நிலை விதி).

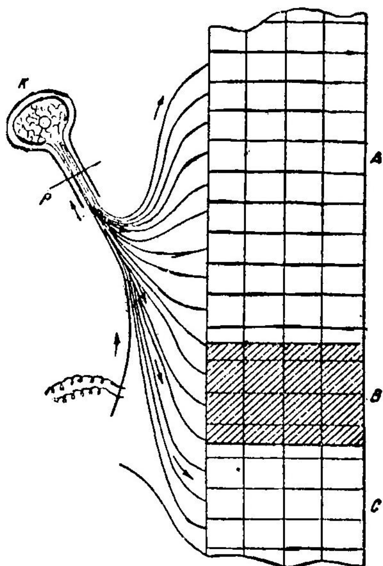
2. ஒரு குறிப்பிட்ட இழையில் பரவிச் சென்றிடும் கிளர்நிலை அந்நரம்புத் தண்டில், அவ்விழையின் அருகருகாகச் சென்றிடும் நரம்பிழைகளுக்குப் பரவுவதில்லை. (தனித்த கடத்தல் விதி) ஒரு குறிப்பிட்ட ஏற்பியைத் தூண்டுவதால் ஏற்படும் விளைவினைப் பிழைபடாது கூறிட இயல்வதிலிருத்தும், அவ்வாறு தூண்டிய போது அதற்குரிய இயக்கங்கள் நடைபெறுவதிலிருந்தும் மேற் கூறிய தன்மையினை நாம் அறிகிறோம்.

3. ஒவ்வொரு நரம்பிழையும் கிளர்ச்சியினை இரு திசைகளில் கடத்திடும் ஆற்றல் பெற்றிருக்கிறது (இருவழி கடத்தல் விதி). கலப்பற்ற ஒரு நரம்பினைத் தூண்டிவிட்டு அதன் நடுப் பகுதி யினைத் தூண்டியபோது, அந் நரம்பின் இரு முனைகளிலும் மின் மாறுதல்கள் விளைந்தன என்ற மெய்ம்மை மின்மூலம் இவ்விதி நிறுவப்பட்டது (டூபாய்சு - ரேமாண்டு); (50ஆம் பிரிவைப் பார்க்கவும்).

மாசுகோவின் உடலியங்கியலாளரும் திசுவியலாளருமான பாபுகின் (Babukhin) (1877) என்பவரே இருவழிக் கடத்தலைச் சான்றுடன் நிறுவினார். 'மாலோப்திரருசு எலக்டிரிகசு'

(Malopterurus electricus) என்ற மீனின் மின்னுறுப்பின் நரம்பில் இதனைச் செய்து காட்டினார். மற்ற மின்னுற்றலுடைய மீன்களைப் போலவே இம்மீனும் தற்காத்துக்கொள்ளவும் தாக்கிடவும் நீரினுள் மின்னுற்றலைச் செலுத்துகிறது. இம்மீனின் மின்னுறுப்பு உடலின் இருபக்கத்தோலின் அடிப்புறத்தே பல்வேறு சிற்றறைகளாகப் பகுக்கப்பட்ட கூறுகளாக அமைந்திருக்கின்றது. ஒவ்வோர் உறுப்பின் ஒரு பகுதி தண்டுவடத்தின் முன்பகுதியில் அமைந்துள்ள நரம்பணுக்களால் நரம்பூட்டப்பட்டிருக்கிறது. இந் நரம்பணுவிலிருந்து அவ்வுறுப்பிற்கு ஒரு நரம்பு செல்கிறது. உறையுடன் சேர்ந்த 1 மி.மீ. பருமனுடைய ஒரு நரம்பிழையே இந் நரம்பாகும். உறுப்பருகே சென்றதும் இந்நரம்பிழைகள் பல்வேறு கிளைகளாகக் கிளைத்து, மின்னுறுப்பின் பல்வேறு சிற்றறைகளுக்கும் செல்கின்றன.

நரம்பணுவிலிருந்து, நரம்பிழையினைப் பிரித்தெடுத்து, மின்னுறுப்பின் நடுப்பகுதியினை நீக்கிவிட்டு அதற்கு முன்னரே தனித்துப் பிரித்து, குறுக்காக வெட்டப்பட்ட சில நரம்பிழைப் பிரிவுகளின் சேய்மை முனையினை பாபுகின் தூண்டினார் (படம் 198). அப்பொழுது, அவ்வுறுப்பின், மேல் கீழ்ப்பகுதிகளில் மின்மாற்றம் ஏற்பட்டது. தனிக்கப்பட்ட ஒரு கிளையில் வழமைக்கு மாறாக, மையம் நோக்கிக் கிளர்ச்சி பரவியதையும் நரம்பிழை கிளைக்காத பகுதியினை அடைந்ததும் இக்கிளர்ச்சி மற்றக் கிளைகள் வழியே மையத்தை விட்டு விலகி மின்னுறுப்புகளை அடைவதையும் கண்டார். கிளர்ச்சி இவ்வாறு கடத்தப்படுதல், ஒரு நரப்பவிழுதின் உள்ளே நடைபெறுவதாகக் கூறினும், தனித்த கடத்தல்



படம் 198
பாபுகினின் செய்முறையினை விளக்கும் படம்

க (K)=மின்னுறுப்பிற்கு நரம்பூட்டும் நரப்பணு
ச (P)=நரம்பிழை துண்டிக்கப்பட்ட இடம்
த (B)=செய்முறையின்போது நீக்கப்பட்ட மின்னுறுப்பின் பகுதி.
(வெடன்சுகியைப் பின்பற்றியது)

விதியினின்றும் மாறுபடுவதில்லை ஏனெனில், தனித்த கடத்தல்விதி, ஒரு நரம்புத் தண்டில் உள்ள நரம்பிழைகள் மற்ற நரம்பிழைகளுக்குக் கிளர்ச்சியினைக் கடத்துவதில்லையென்று கூறுகிறதேயொழிய, ஒரு நரம்பிழையினுள்ளேயே கடத்தப்படுவதில்லையெனக் கூறவில்லை. இவ்வாறு ஒரு நரம்பிழையிலேயே நடைபெறும் கடத்தலை 'நரப்ப விழுது மறுவினை' (Axon Reflex) என்பர்.

நரம்பிழையின் இருவழிக் கடத்தலைத் தவளையின் கிரேசிலிசுத் (Gracilis) தசையினைப் பயன்படுத்தி குஃனி (1886) என்பவரும் நிறுவினார். இத்தசையினை ஒரு நரம்புக்கிளை ஒன்றால்மட்டுமே இணைக்கப்பட்டுள்ள இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்க இயலும். இவற்றில் ஒரு பகுதியினைத் தூண்டினால் மற்றொரு பகுதியும் சுருங்குகிறது.

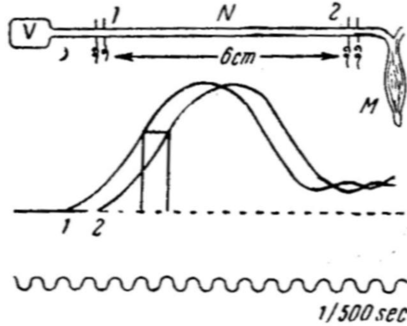
கிளர்ச்சி கடத்தலின் வேகம்
(Rate of Conduction of Excitation)

சென்ற நூற்றாண்டின் இடைக்காலம்வரை கிளர்ச்சி, நரம்புகளில் ஒளிவேகத்தில் கடத்தப்படுகிறதெனக் கருதி வந்தனர். எனவே 1850ல் எல்ம்கால்ட்சு (Helmholtz) என்பவர் இவ்வேகத்தை அளவிட்டுக் காட்டியபோது அனைவருமே வியந்தனர். மின்னழுத்த அளவையினைக் கொண்டு காலத்தைக் கணக்கிடும் சிறந்த புதிய முறையால் எல்ம்கால்ட்சு கிளர்ச்சி கடத்தப்படுதலின் வேகம் உண்மையில் மிகக் குறைவாக இருக்கிறதெனக் கண்டார். தவளையின் இயக்கு நரம்பின் கடத்தல் வேகம் வினாடிக்கு 27 மீட்டர் எனவும் கண்டார். பின்னர், ஒரு நரம்பின் மிக இடைவெளியுடைய இரு இடங்களிலிருந்து தூண்டி இரு தசைச் சுருக்கங்களைத் தசையியக்கப் பதிவு கருவியில் பதித்தும் இதனை நிறுவினார். இரு வரைகோடுகளின் உள்ளுறை காலத்திற்கு இடையே உள்ள இரு வேறுபாடே, தூண்டுவதற்கு நரம்பில் எடுத்துக்கொண்ட இடங்களுக்கிடையே கிளர்ச்சி பரவுவதற்கான காலமாகும்.

இதைத் தொடர்ந்து, (Action currents) வினை மின்னோட்ட உருவில் கிளரலைக் கடத்தப்படும்பொழுது நரம்பினில் தோன்றிடும் மின் மாற்றங்களைப் பதிவு செய்வதன்மூலம் நரம்பின் கடத்தல் வேகத்தை அளக்கத் தொடங்கினர். (50ஆம் அத்தியாயத்தைப் பார்க்கவும்) இம்மின் பதிவு முறைகொண்டு, ஏற்பு நரம்பிழைகளிலும் விடுப்பு நரம்பிழைகளிலும் கடத்தல் வேகத்தை அளவிட முடியும்.

கிளரலை கடத்தப்படும் வேகம் பல்வேறு விலங்குகளைப் பொறுத்தும், பல்வேறு நரம்புகளைப் பொறுத்தும் வேறுபடுகிறது.

இயக்கு நரம்பிழைகளின் (Motor Fibres) கடத்தல் வேகம் மிகுதியாக இருக்கிறது. தொடுவுணர்ச்சியின் ஏற்பு நரம்பிழைகளும் வெப்ப உணர்ச்சியின் ஏற்பு நரம்பிழைகளும் சற்றுக் குறைவான கடத்தல் திறன் கொண்டவை. வலிவுணர்வின் ஏற்பிழைகள் மிகக் குறைவான கடத்தல் திறனுடையவை. சான்றாக, மனிதனின் இயக்க நரம்பிழைகளின் கடத்தல் வேகம் வினாடிக்கு 60லிருந்து 120 மீட்டராக இருக்கிறது. வலிவுணர்வின் நரம்பிழைகளும் தன்னியக்க (Vegetative) மண்டல நரம்பிழைகளும் வினாடிக்கு ஒன்றிலிருந்து முப்பது மீட்டர் கடத்தல் வேகங்கொண்டவையாகும். மெல்லிய, வெண்கொழும உறையற்ற நரம்பிழைகளில் கடத்தல் வேகம் மிகமிகக் குறைவானதாகும். தவளையின் இயக்கு நரம்புகள் கடத்திடும் வேகம் வினாடிக்கு ஏறத்தாழ 30 மீட்டராகும். கிரா நண்டின் கொடுக்கு நரம்பின் கடத்தல் வேகம் வினாடிக்கு 6லிருந்து 12 மீட்டர்வரையாகும்; நத்தையினத்தின் நரம்புக் கடத்தல் வேகம் வினாடிக்கு 0·4ᅵலிருந்து 4 மீட்டர் வரையாகும்.



படம் 199

இணைக்கப்பட்டுள்ள மின் தண்டுகள் மூலம் நரம்பினைத் தூண்டியபோது, தவளையின் தசைநரம்புத் தொகுப்பின் இரு சுருக்கங்கள் அடுத்தடுத்து பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன. 1. முள்ளெலும்பின் அருகே 2. தசையின் அருகே. தசையினின்றும் தொலைவிலிருக்கும் மின் தண்டிற்கும் தசைக்கருகேயுள்ள மின் தண்டிற்குமிடையேயுள்ள நரம்புப் பகுதியின் வழியே கிளர்ச்சி பரவுவதற்கான காலத்தை இரு சுருக்கங்களின் உள்ளுறைக்காலங்களுக்கிடையேயுள்ள வேறுபாடு காட்டுகிறது. இரு மின் தண்டுகளுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு 6 செ. மீ. வினாடிக்கு 500 முறை அதிரும் கவையினைக் கொண்டு கீழ்ப் பகுதியில் காலத்தைக் குறித்திருக்கிறார்கள். கிளர்ச்சியின அலை வினாடியின் ஐந்நூற்றில் ஒருபங்கு நேரத்தில் 6 செ. மீ. தொலைவினைக் கடக்கிறது. எனவே கடத்தலின் வேகம் 30 மீட்டர்களாகும்.

கடத்தலின் வேகத்திற்கும், நரம்பிழையின் குறுக்களவிற்கும் தொடர்பிருக்கிறதெனப் பல ஆய்வாளர்கள் கூறுகின்றனர். பருமனான நரம்பிழைகளின் கடத்தல் வேகம் மிகுதியாக இருக்கிறது.

நரம்பின் வளர்சிதை மாற்றமும், நரம்பில் வெப்பம் உருவாதலும்
(Metabolism and heat Production in the Nerve)

நரம்பிழைகளில் வளர்சிதை மாற்றம் நிகழ்வதும் ஆற்றல் வெளிப்படுவதும் சிறப்புடையன அல்ல. சென்ற இருபது அல்லது முப்பது ஆண்டுகளாகத்தான் இதுபற்றிய ஆய்வுகள் நடத்தப் பட்டு வருகின்றன. நரம்புகள் உயிரியத்தை இடையறாது பயன் படுத்தி கரியிரு உயிரியத்தை வெளியேற்றுகின்றன எனக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. தவளை நரம்பின் உயிர்த்தல் ஈவு (Respiratory quotient) ஏறக் குறைய 0·8 ஆகும். இதிலிருந்து நரம்புகளில் மாச்சத்து மட்டுமே உயிரியமேற்றப்படுவதில்லையென அறிகிறோம். நரம்புகளைத் தூண்டும்போது உயிரியம் பயன் படுத்தப்படுதலும் கரியிரு உயிரியை வெளியாதலும் மிகுந்து விடுகின்றன. சான்றாக ஓய்வுநிலையில் 1 கிராம் எடையுள்ள நரம்பு ஒரு நிமிடத்திற்கு 0·008 மி.கி. கஉ₂(CO_2) வினை (தவளையின் பின் தொடை நரம்பு) வெளியேற்றுகிறது. செயற்கைத் தூண்டலின் போது, இதனினும் 16% மிகுதியாக வெளியேற்றுகிறது. வளியில்லா நிலையில் நரம்பின் கிளர்திறனும் கடத்தல் திறனும் குறைந்துவிடுகின்றன. தூண்டலின்போது நரம்பில் (எரியக) கிரியாட்டின் (Phosphocreatine) மீளுருவாகிடும் வகையில் சிதை கிறது. இருமணிநேர தசைவற்பின் விளைவாக ஒருகிராம் நரம்பில் 0.51 மி.கி. எரியக அமிலம் உருவாகின்றது. மேலும் நரம்பில் இலாக்டிக அமிலமும் நவச்சாரமும் (Ammonia) உருவாகின்றன என்றும் அறிகிறோம்.

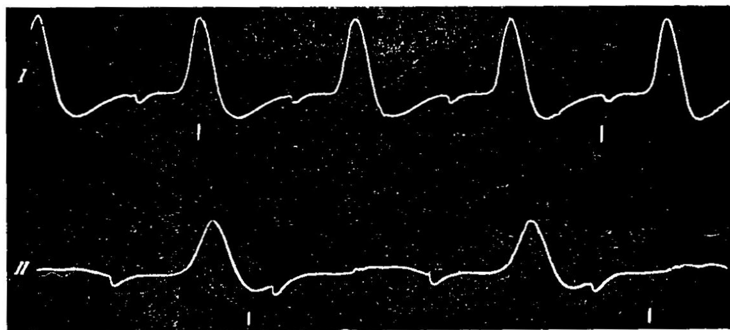
நரம்புகளின் வினைநிலைகளில் வெப்பம் உருவாகிறது. அவ் வெப்பம் தசைகளில் ஏற்படும் வெப்பத்தைவிடக் குறைவான தாகும். ஒரு நரம்பிழையில், ஒரு சென்டிமீட்டர் தொலைவினைக் கிளரலை கடந்திடும்போது ஓய்வுநிலையிலிருந்ததோடு 10^{-12} கலோரி வெப்பம் மிகுதியாக வெளியாகிறது. சுருங்கக் கூறின் வினைநிலைத் தசையொன்று வெளியேற்றும் வெப்பத்தில் ஏறக் குறைய 0·000001 பங்கினை வினைநிலை நரம்புகள் வெளியேற்று கின்றன. தசையில் தொடக்கநிலை வெப்பம், காலம் தாழ்த்தி வரும் வெப்பம் என்றிருப்பதுபோன்று நரம்பிலும் காணப்படு கிறது. தொடக்கநிலை வெப்பம் காலம் தாழ்த்தி வரும் வெப்பத் தில் பத்தில் ஒரு பங்கேயாகும்.

நரம்பின் ஒப்புச் சோர்வுறு நிலை
(Relative Indefatigability of the Nerve)

நரம்பின் சோர்வுறு நிலைக்கும், அதனுடைய மிகக் குறை வான வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும் பெருந் தொடர்புண்டு.

தூண்டு மின்னுல் (Induction current) ஒரு நரம்பினை, தசையில் அந் நரம்பேற்படுத்தும் விளைவில் எவ்வகை மாற்றமும் ஏற்படுத் தாமல் பல மணிநேரம் தூண்டிக்கொண்டிருக்க இயலும் என 1884-ல் வெடன்சுகி காட்டினுர்.

நரம்பின் திறனைக் கணித்திடும், தசைச் சுருக்கத்தைப் பயன் படுத்தி, நரம்பின் சோர்வுறு நிலையினை விளக்கிட, இடையருத



படம் 200

நெடுநேரத் தூண்டலின்போது நரம்பின் வினைமின்னில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்.

தவளைப் பின்தொடை நரம்பின் வினைமின்;

I. அணுக்க மின்னுல் தூண்டிய தொடக்கநிலை.

II. விநடிக்கு 250 தூண்டல்கள் என்ற முறையில் 15 நிமிடம் தூண்டிய பின்னர்.

இரண்டாவது வளைகோட்டில் வினைமின்னின் வீச்சுக் குறைந்தும், அடுக்குக் குறைந்தும் (50%) இருப்பதைக் காண்க. நரம்பில் வினைமின் பரவிடும் விரைவு குறைந்திருப்பதையும் காணலாம். கீழ்நோக்கிக் குழிந்திருக்கும் பகுதிகளுக்குகிடையேயுள்ள இடைவெளி மிகுந்திருப் பதிலிருந்து இதனை அறியலாம். இரு செங்குத்துக் குறிகளுக்கிடையே யுள்ள இடைவெளி 0·01 விநடிக்குச் சமமாகும் (தெலோவைப் பின் பற்றியது).

நரம்புக் கிளரலைகளால் தசை களைப்புறுது காத்தல் இன்றியமை யாததாகும். இதற்கென வெடன்சுகி குறும முனைப்பு முறை (Method of minimal polarization) என்ற புதிய முறையினை உருவாக்கினுர். ஒரு நரம்பின் குறிப்பிட்ட பகுதிவழியே வலி மிகுந்த மின்னுற்றலைச் செலுத்திடின் அப்பகுதி கடத்தாப் பகுதி யாக மாறும் என்ற மெய்ம்மையே இம் முறையின் அடிப்படை யாகும் (பிரிவு 49). நரம்பில் நெடுநேரம் பாய்ச்சப்படும் வலிமிகு மின்னுற்றல் நிலைத்த விளைவினை ஏற்படுத்துகிறது. அந் நரம்பு மின்னுற்றல் பாய்ச்சுவது நிறுத்தப்பட்டவுடன் தன்னுடைய

கடத்தாற்றலைத் திரும்பப் பெறுவதில்லை. வலிமிகு மின்னைச் செலுத்தி உருவாக்கப்படும் கடத்தாநிலையை வலிகுறை மின்னைச் செலுத்தியும் உருவாக்கிட இயலும் எனக் கண்டறிந்த வெடன்சுகி, மிகக் குறைவான ஆனால் போதுமான வலிவுடைய மின்னால் கடத்தாநிலையை உருவாக்கிட முடியும் எனக் கூறினார். குறும மின்னால் ஒரு நரம்பில் பலமணி நேரத்திற்குக் கடத்தா நிலையினை உருவாக்கிட இயலும். ஆனால் மின் பாய்ச்சுவது நின்றவுடன் நரம்பு, தன் பணிநிலையை உடனே மீண்டும் பெற்று விடுகிறது. கடத்தாநிலையை விரைவில் உருவாக்கிடவும், விரைவில் போக்கிடவும் நீண்ட நேரத்திற்கு எவ்வகைப் பின் விளைவுமின்றி இந் நிலையை நீடித்திட இம் முறை பயன்படுவதால் உடலியங்கியல் ஆய்வுகளில் நரம்பின் கடத்தலைச் சிறிது நேரத் திற்குத் தடுத்திட இம் முறை பேருதவி புரிகிறது.

நரம்பின் அண்மைப் பகுதியினை தூண்டு மின்னால் தூண்டி, தசைக்கருகே சேய்மைப் பகுதியில் கடத்தாநிலையை உருவாக்கி வினாடிக்கு 50—100 என்ற அடுக்கில் இடையறாது 9—12 மணி நேரம் தூண்டியபோதும் நரம்பு தன்னுடைய ஆற்றலை இழக்க வில்லையென வெடன்சுகி செய்து காட்டினார். நரம்பின் கடத்தலில் இருக்கும் தடை நீங்கியதும் தசைவற்புச் சுருக்கம் தசையில் ஏற்படுவதையும் காட்டினார்.

தசையுடனும் நரம்பணுவுடனும் ஒப்பிடும்போது நரம்புகள் களைப்புறாதன என்றே சொல்லலாம். ஆனால் நரம்பியக்கத்தின் போது அதன் அடிப்படை விதிகளில் எம்மாற்றமும் நிகழ்வதில்லை எனக் கருத இயலாது. அடுக்கான இலயத் தூண்டலின் முதல் சில நிமிடங்களின்போது, நரம்பின் செயலுறாக்காலம் (Refractory period) மிகுதல் (பெரிதோவ்). ஒரு கிளரலை உருவாகும்போது வெப்பம் குறைதல், மற்றும் கிளரலைக் கடத்தலின் வேகம் குறைதல் உள்ளிட்ட பல மாறுதல்கள் நடைபெறுகின்றன. மிக விரைவடுக்காகத் தூண்டும்போது இம் மாறுதல்கள் நன்றாகத் தெரிகின்றன. வினாடிக்கு 250 தூண்டல்கள் என்ற வீதத்தில் 15 நிமிடங்கள் தூண்டியதன் விளைவாக நரம்பின் வினைமின்னின் அமைப்பில் மாற்றமும் அதன் வீச்சுக் குறைவும் ஏற்படுவதைப் படம் 200-ல் காணலாம்.

அடுக்கடுக்கான தூண்டலின் முதற் சில நிமிடங்களில் விரைவாகத் தோன்றும் பணி மாறுதல்கள் பின்னர் பலமணி நேரத் திற்கு ஒரே நிலையில் நிலைத்திருக்கிறது.

49. தசை, நரம்பு ஆகியவற்றின் கிளர்திறன்

(Excitability of Nerves and Muscles)

தசையும் நரம்பும் நேர்முகக் கிளர்திறனைப் பெற்றுள என்று முன்பே கூறியுள்ளோம் நரம்பின் வினைநிலையினைச் சுட்டிக் காட்டிடும் கருவியாகத் தசை விளங்குவதால், தசையின் கிளர்திறனையும், நரம்பின் கிளர்திறனையும் இணைக்கக் கற்றிடுவதே பொருத்தமாகும். தசையின் கிளர்திறனையும், நரம்பின் கிளர்திறனையும் தனித்தனியாகவும் ஆய்ந்தறிய இயலும். நரம்பு வழங்கப்படாத தசைப்பகுதியைக் கொண்டு தசையின் கிளர்திறனையும் (நரம்பின் கிளர்திறனையும்) நரம்பில் ஏற்படும் மின்னழுத்த மாறுதல்களை அளந்திடுவதன்மூலம் ஆய்ந்தறிய இயலும் (பிரிவு 50). இவ்வாய்வுகளிலிருந்து, இரு நிலைகளிலும் தூண்டல் விதிகள் (Laws of Stimulation) ஒன்றாக இருப்பதாக அறிகிறோம். இவ்விதிகளின் பண்பில் மாறுதல் ஏதும் இல்லாததால், தசை, நரம்பு ஆகியவற்றின் கிளர்திறனை ஒன்றாகவே நாம் அறிந்துகொள்ளலாம்.

இவ்விரு உடற்கூறுகளையும், பல்வேறு செயற்கைத் தூண்டுகைகளைக்கொண்டு அவற்றின் தனி வினைநிலையினை அடையச் செய்ய முடியும் என முன்பே கூறியுள்ளோம். ஆயினும், இச்செயற்கைத் தூண்டுகைகளில், திசுக்களுக்கு நிலையான ஊறுவிளைத்திடாததும், தூண்டுகையின் வலிமை, காலம் ஆகியவற்றினைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட இயன்றதும் ஆன மின்தூண்டலே பயன்படுகிறது. மின்னாற்றலின் இத் தனித் தன்மையே, தசை நரம்பின் கிளர்திறனைப்பற்றிய ஆய்வுக்குப் பெரிதும் பயன்படக் காரணமாகும்.

மின்னோட்டத்தின் முனைச்செயலும், மின்விறைப்பும்
(Polar action of Electric Current and Electrotonus)

நிலை மின்னோட்டத்தால் நரம்பினையோ, தசையினையோ தூண்டினால் மின்னோட்டத்தை இணைக்கும்போதும், பிரிக்கும்

போதும்மட்டுமே அவை தூண்டப்படுகின்றன என வோல்டா கண்டுபிடித்தார். மின்னாற்றலை விரைவாக வலிவுபடுத்தியோ, வலிவினைக் குறைத்தோ இச்செயலை உருவாக்கிடவும் இயலும். மேலும், இணைப்பின்போதும், முறிவின்போதும் தூண்டிடும் நிலை மின்னோட்டம் இரு எதிரெதிர் முனைகளுடன் இணைந்திருக்கிறதென்பதைக் காட்டிடும் பல்வேறு உண்மைகளை டுபாய்சு-ரேமாண்டு தந்தார். ஆனால் தசை, நரம்புகளில் மின்னாற்றல் ஏற்படுத்தும் விளைவுகளைப்பற்றிய அடிப்படை விதிகளை, புளூசர் (Pfluger) (*1859*) என்பவரே கண்டுபிடித்தார். இவ்விதிகள் தூண்டலின் மின்முனை விதிர் என்பதை உள்ளிட்டன.

1. தூண்டும் மின்னோட்டம் இணைக்கப்படும்பொழுது அல்லது வலிவு உயர்த்தப்படும்பொழுது, எதிர்முனையின் அருகே கிளர்ச்சி உருவாகி, தசையின் மற்றப் பகுதிகட்கும், நரம்பின் மற்றப் பகுதிகட்கும் செல்கிறது.

2. மின்னோட்டம் முறிக்கப்படும்பொழுது அல்லது வலி விழக்கச்செய்யும்போது கிளர்ச்சி நேர்முனைப் பகுதியில் (Positive pole) தோன்றுகிறது.

3. ஒத்த வலிவுடைய மின்னைச் செலுத்தும்போது, முறிவினை விட இணைப்பின்போதுதான் தூண்டும் ஆற்றல் மிகுதியாக இருக்கிறது எனத் தூண்டல் மின்முனை விதி கூறுகிறது.

இக் கோட்பாடுகள் மெய்யானவை எனக் கீழ்க்கண்ட செய்ம்முறையால் நிறுவிடலாம். மிகக் களைப்படைந்த அல்லது இறந்துகொண்டிருக்கும் தசையினைத் தூண்டினால், ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில்மட்டுமே சுருங்கும். அதனை மந்தத் தசைச் சுருக்கம் (Idio muscular contraction) என்பர். இந் நிலையிலுள்ள தசையினை நிலை மின்னோட்டத்தால் தூண்டும்பொழுது, இணைப்பின்போது எதிர்முனைப் (Negative pole) பகுதியிலும், முறிவின்போது நேர்முனைப் பகுதியிலும் இத்தசைச் சுருங்குகிறது. சீர்நிலையிலுள்ள தசையில் இதனை, தசைவழியே தசையலை பரவுவதைப் பதிவு செய்து காட்டலாம்.

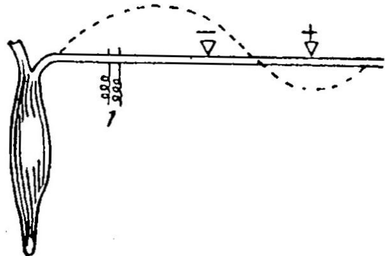
நேர்முனைக்கும் எதிர்முனைக்குமிடையே கட்டு ஒன்றினை ஏற்படுத்துவதன்மூலம் நரம்பில், இணைப்பின்போது எதிர்முனைத் தசைக்கருகே இருந்தால்மட்டுமே சுருக்கம் உருவாகிறது. முறிவின்போது நேர்முனை, தசைக்கருகே இருந்தால்மட்டுமே தசைச் சுருக்கம் உருவாகிறது. இதிலிருந்து நரம்பிலும் இம் மின்முனை விதிப்படியே இயக்கம் நடைபெறுகிறதென அறிகிறோம்.

நரம்பு, தசை இவற்றின்மீது நிலை மின்னோட்டத்தின் முனைச் செயல், கிளரலையொன்றினை உருவாக்கிடும் விளைவு மட்டுமன்று

இத் திசுக்களின் வழியே மின் பாயும்போது நிலை மின்னோட்டத்தின் முனைகளுக்கருகே கிளர்திறனும் மாற்றமடைகிறது.

நிலைமின்னோட்டத்தின் இணைப்பின் முன்னரும், அதனுடைய ஓட்டத்தின்போதும், தூண்டு மின்னோட்டத்தினால் தூண்டல் குறுமட்டத்தினைக் கணிக்கும்பொழுது இதனை நாம் காணலாம் (படம் 201). எதிர்முனையில் (Cathode) கிளர்திறன் மிகுந்தும், நேர்முனை (Anode) யருகே குறைந்தும் காணப்படுகிறது. நிலை மின்னோட்டத்தைப் (Constant current) பாய்ச்சுவதன்மூலம் கிளர்திறனில் ஏற்படும் மாறுதல்களைச் சீர்நிலை மின்விறைப்பு (Physiological Electrotonus) எனப் புளுசர் அழைத்தார். எதிர் முனையருகே கிளர்திறனும் கடத்தல் திறனும் மிகுந்திருப்பதை எதிர்மின் விறைப்பெனவும் (Catelectrotonus) நேர்முனையருகே இவ்விரு திறனும் குறைந்து காணப்படுவதை நேர்முனை மின் விறைப்பெனவும் (Anelectrotonus) வழங்குவர். இம்மின் விறைப்பு மாறுதல்கள் முனைகளைக் கடந்தும், முனைகளுக்கிடையேயும் சிறிது தொலைவிற்குப் பரவுகிறது. மின்னோட்டத்தின் இரு முனைகளுக்கிடையே ஓரிடத்தில் கிளர்திறன் எவ்வகை மாற்றமும் அடையாதிருக்கிறது. இவ்விடத்தை மாறா இடம் என அழைப்பர்.

நிலை மின்னோட்டம் முறிவடையும்போது, இதினின்று வேறுபட்ட கிளர்ச்சியினை, ஆனால் வலிவு குறைந்த ஒன்றை முனைகளில் காணுகிறோம். அஃதாவது, எதிர் முனையருகே கிளர்திறன் குறைந்தும், நேர்முனைப் பகுதியில் கிளர்திறன் மிகுந்தும் விடுகிறது.



படம் 201

கிளர்நிலையில் நரம்பில் ஏற்படும் மின் விறைப்பு மாறுபாடுகள் +, − குறியிட்ட முக்கோணங்கள், நேர்மின், எதிர்மின் கொடிகளைக் காட்டுகின்றன. மின்கொடிகளின் (1) உருமின் அதிர்ச்சிகளைக் கொண்டு கிளர்நிலை ஆயப்பட்டது.

இடையீடிட்ட கோட்டின் தாழ்வு, (நேர் கொடிப்பகுதி) தாழ்ந்த கிளர் நிலையைக் குறிக்கின்றது.

இக் கோடு நரம்பின் மட்டத்திலிருந்து உயர்ந்துள்ள நிலை, கிளர்ச்சி உயர்வுக்கு ஒத்ததாகும் (எதிர் கொடிப் பகுதி).

புளுசரின் இக் கண்டுபிடிப்புகளுக்கு உருசிய உடலியங்கியலாளரான திரு. வெரிகோ என்பவர் (1883) மேலும் பல உண்மைகளைத் தந்தார். ஒரு நரம்பின் வலிவு மிகுநிலை மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், எதிர்முனையருகே மிகுந்திருக்கும் கிளர்திறன்

விரைவில் குறைந்து, கிளர்திறனையும் கடத்தல் திறனையும் இழந்து விடுகிறது எனக் கண்டார். இதனை எதிர்முனைத் தாழ்வு (Cathodal depression) என்று அழைத்தார். நிலை மின்னோட்டம் பாய்வதால் ஏற்படும் கிளர்திறனின் மின் விறைப்பு மாறுதல்களைத் தசையில் மிகக் குறைவாகவே காணமுடியும். இம் மாறுதல்கள் மின் தண்டுகளைச் சுற்றி மிகக் குறுகிய இடத்தில்மட்டுமே காணப் படுகின்றன.

நரம்பில் நிலைமின் பாயும்போது ஏற்படும் மின் விறைப்பு மாறுதல்கள் மேற்கூறிய மின் விறைப்பிடங்களில்மட்டும் காணப் படுவதில்லையென வெடன்சுகி என்பவரின் (1922) ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. எதிர்முனை மின் விறைப்பு மிகுந்திடும் பகுதிக்கு அப்பால் கிளர்திறன் குறைந்தும், நேர்முறையின் விறைப்பு குறைந்திடும் பகுதிக்கு அப்பால் கிளர்திறன் மிகுந்தும் காணப்படு கிறது. நரம்பில் நிகழும் இம்மாறுபட்ட கிளர்திறன் மாறுதல் களைச் சூழ் மின் விறைப்பென (Perielectrotonus) வெடன்சுகி அழைத்தார். எதிர்மின் விறைப்புப் பகுதிக்கு அப்பால் கிளர் திறன் குறைவதைச் சூழ் எதிர்முனை மின் விறைப்பெனவும், நேர்முனை மின் விறைப்புப் பகுதிக்கு அப்பால் கிளர்திறன் மிகுந் திருப்பதைச் சூழ் நேர்முனை-மின் விறைப்பு எனவும் இவர் அழைத் தார். மின்விறைப்பு மாறுதல்களைவிட இச் சூழ் மின்விறைப்பு மாறுதல்கள் மிகக் குறை வலிவுடையனவே.

நரம்பின் வழியே தோன்றிடும் சூழ் மின் விறைப்பு மாறுதல் களைக்கொண்டு, (நரம்பின் வழியே கடத்தப்படும்) நரம்பு மையங்களிலிருந்து நீடித்த கிளரலையற்ற விளைவாட்சியின் நுட்பத்தினை விளக்கிடச் சிலர் முன்வந்துள்ளனர். ஆனால், இவர்கள் சில நேரங்களில் மின்விறைப்புச் சூழ் மின்விறைப்பு ஆகியவற்றின் விளைவாட்சி பரவுதலில் ஏற்படும் செயல் குறை வினைப் புறக்கணித்து விடுகிறார்கள்.

மேற்கூறியுள்ள விதியிலிருந்து, பல்வேறு வலிவுடைய நிலை மின்னோட்டத்தின் இணைப்பு, முறிப்பினால் நரம்பு தூண்டப்படும் பொழுது நிகழ்வதை விளக்கிட இயலும். வலிவற்ற மின்னைச் செலுத்திடும்போது இணைப்பில்மட்டுமே தூண்டல் ஏற்படுகிறது (அட்டவணை 24). நடுத்தர வலிவுடைய மின்னைச் செலுத்தும் போது இணைப்பு, முறிப்பு என்ற இரு நேரங்களிலும் தசை சுருங்குவதைக் காணலாம். மிகு வலிவடைந்த மின்னால் தூண்டும்போது நேர்முனை தசைக்கருகே இருப்பின் முறிப்பின் போதுமட்டுமே தசைச் சுருக்கம் ஏற்படுகிறது; எதிர்முனை தசைக் கருகே யிருப்பின் இணைப்பின்போதுமட்டுமே தசைச் சுருக்க மேற்படுகிறது.

அட்டவணை 24

பல்வேறு வலிவுடைய நிலை மின்னோட்டத்தின் இணைப்பு முறிப்பின்போது ஏற்படும் விளைவுகள்

(+ என்ற குறி தசைச் சுருக்கமேற்படுவதையும் — என்ற குறி ஏற்படாததையும் காட்டுகிறது.)

மின்னின் வலிவு	ஏறு மின்னோட்டம் நேர்முனை தசைக்கருகில் இருக்கும்போது		இறங்கு மின்னோட்டம் எதிர்முனை தசைக்கருகே யிருக்கும்போது	
	இணைப்பு	முறிப்பு	இணைப்பு	முறிப்பு
வலிவற்ற மின்	+	—	+	—
நடுத்தரவலிவுடைய மின்	+	+	+	+
வலிநிறை மின்	—	+	+	—

வலிமிகு மின்னோட்டத்தின் தனிவிளைவினைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் விளக்கிடலாம். ஏறு மின்னோட்டத்தின் இணைப்பின் போது தசைச் சுருக்கமேற்படுவதில்லை. ஏனெனில், எதிர்முனையின் அருகே தோன்றும் கிளர்ச்சி, கிளர்திறனும் கடத்தல் திறனும் குறைவாயுள்ள நேர்முனைப் பகுதியில் அழிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. ஆனால், வலிவுடைய இறங்கு மின்னோட்டத்தின் முறிப்பின்போது தசைச் சுருக்கமேற்படாததற்கு, எதிர்முனை மின்விறைப்பின் மறைவினைத் தொடர்ந்து கிளர்திறனும் கடத்தல்திறனும் குறைவதால் எதிர்முனைப் பகுதிக்கு வரும் கிளர்ச்சி அவிக்கப்பட்டு விடுவதே காரணமாகும்.

வலிவுடைய நிலைமின்னோட்டத்தின் இணைப்பு, முறிப்பின் போது, சிலநேரங்களில் தசைச் சுருக்கம் ஒரு தனிச் சுரிப்பாகச் செயல்படாது தசைவற்புச் சுருக்கமாக வெளிப்படுகிறது. இதனை நேர்முனை மூடல் அல்லது நேர்முனை திறப்புத் தசைவற்பு (Anodal closure or Anodal openting Tetanus) என அழைக்கிறார்கள். மின்னோட்டம் இணைவுறும்போது, எதிர்முனையிலும் மின்னோட்டம் முறிவுறும்போது நேர் முனையிலும் கிளர்ச்சி தோன்றுகிறது என ஆய்வுகள் புலப்படுத்துகின்றன.

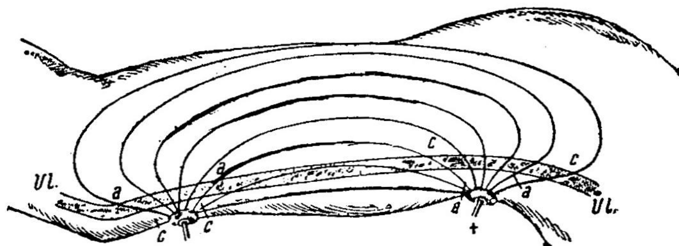
தலைமைச்சுருள் மின்னோட்டத்தில் விட்டுவிட்டுவரும் அணுக்க அதிர்வினால், கிளர்திறனுடைய திசுக்களைத் தூண்டும்போதும்

இம் மின்முனை விதி செயல்படுவதைக் காணலாம். மின்னோட்டம் மிகக் குறைவான நேரத்திற்குச் செலுத்தப்படும்பொழுது (அனுக்க மின்னோட்ட அதிர்வு 0·001 வினாடி நீடிக்கிறது). மின் மிகுவிக்கப்படும்பொழுது எதிர்முனையிலேயே கிளர்ச்சி தோன்றுகிறது. (மின் மறையும் நொடியில் நேர்முனையில் தோன்றும் கிளர்ச்சி) முந்தைய கிளர்ச்சியினால் ஏற்படுத்தப்பட்ட (செயலுறு நிலை) கிளராநிலை மிகக் குறைவான நேரமே நீடிப்பதால், செயல்படுவதில்லை.

மனிதத் தசை நரம்பு ஆகியவற்றின் தூண்டல் மின்முனை நிலை

(Polarity of Stimulation of Human Nerves and Muscles)

தசைநரம்புகள் வழியே நிலைமின்னோட்டம் பாயும்போது கிளர்திறனில் ஏற்படும் மின்விறைப்பு மாற்றங்களை மனிதனிடத்தும் காணலாம். இதனைக் கண்டிட முழங்கை நரம்பு போன்ற நரம்பின்மீதுள்ள தோலின்மீது இரு மின்தண்டுகளை இணைக்க



படம் 202

அடிமுழ நரம்பை, மின்வலியால் தூண்டியதால், கைத் திசுக்களில் உருவான மின்வலிக் கோடுகள் பரவியிருக்கும் அமைப்பைக் காட்டும் படம்.

வேண்டும் (படம் 202). திசுக்களின் வழியேயும் மின் பாய்ந்து செல்வதால், தனிக்கப்பட்ட நரம்பில் காணப்படுவதைவிடச் சற்றுச் சிக்கலான விளைவுகளை இங்குக் காண்கிறோம். நேர்முனைப் பகுதியில் (aa) நரம்பினுள் நுழையும், மின்விசையின் ஆற்றல் கிளர்திறனைக் குறைக்கின்றது. எதிர்முனைப் பகுதி (cc)யில் மின் வெளியேறும்பொழுது, அப்பகுதியில் கிளர்திறனை மிகுவிக்கின்றது. ஆனால் மின்முழுமையும் நரம்பின் வழியே பாய்வதில்லை. நேர்முனையருகே சிறிது மின்விசை துணை எதிர்முனையை உருவாக்கிக் கிளர்திறனை மிகுவிக்கின்றது (cc). இதற்குமாறாக, எதிர்முனை

யருகே சிறிது மின்விசை, அப்பகுதியிலுள்ள திசுக்களிலிருந்து நரம்பினுள் பாய்ந்து, நேர்முனை மின்விறைப்புமூலம் கிளர்திறனைக் குறைக்கிறது (aa). பல்வேறு வடிவுடைய மின்தண்டு நோய் நாடல் முறைகளுக்காகவும், நோய் தீர்ப்புமுறைகளுக்காகவும் பயன் படுத்தப்படுகின்றது. குறுகிய பரப்புடைய மின்தண்டு அல்லது வினை மின்தண்டினைத் தூண்டவேண்டிய தசை அல்லது நரம்பின்மீது வைத்து, விரிந்த பரப்புடைய மின்தண்டு ஒன்றினை உடலின் சேய்மைப்பகுதி ஒன்றில் வைத்துவிடுவார்கள். இதனை ஒற்றைமுனைத் தூண்டல் என்பார்கள். ஏனெனில், இம்முறையில் வினைமின்தண்டருகே அடர்மிகு மின் உருவாவதால் தூண்டல் விளைவு அவ்விடத்தேமட்டும் நிகழ்கிறது.

வினைமின்தண்டு, நேர்மின்முனையா, எதிர்மின்முனையா என்பதைப் பொறுத்து, மின்முனைவிதிப்படி, நேர்முனை திறப்புச் சுருக்கங்களோ, எதிர்முனை இணைப்புச் சுருக்கங்களோ நிகழ்கின்றன. மேலும், நேர்முனை இணைப்பு, எதிர்முனைத் திறப்புச் சுருக்கங்களும் காணப்பட்டன. இவையெல்லாம், வினைமின் தண்டருகே உருவாகும் துணை மின்முனைகளைப் பொறுத்திருக்கக் கூடுமெனத் தெரிகிறது. இந்நால்வகைத் தூண்டுதல்களுக்கிடையே யுள்ள அளவுகள் வேறுபாடுகளைக் கண்டறிந்து பீட்டர்-சுபர்க் பிரென்னர் (*1862-1863*) அவற்றின் அடிப்படையில் சுருக்கத்தின் மின்னறிவிதியினை (Electro diagnostic law of contraction) உருவாக்கினர்.

வினை மின்தண்டு எதிர்முனையாக இருக்கும் பொழுது வலி குறைவான மின்னால் தூண்டினல், மின்னோட்ட இணைப்பின் போது மட்டுமே சுருக்கம் நிகழ்கிறது. இதனை எதிர்முனை இணைப்புச் சுருக்கம் (Cathodal closure contraction) (எஇசு) CCC என்பர். நடுத்தர மின்வலிவால் நேர்முனை இணைப்பு (Anodal closure) நேர்முனைத்திறப்புச் சுருக்கங்கள் (Anodal opening contractions) நிகழ்கின்றன (நேஇசு-ACC, நேதிசு-AOC). வலிமிகு மின்னைச் செலுத்திஞல் எதிர்முனைத்திறப்புச் சுருக்கம் (எதிசு - COC) நிகழ்கிறது. இந்நிலையில் எதிர்முனைத் திறப்புச்சுருக்கம் நிகழ்வதற்குப் பதிலாக, எதிர்முனைத் இணைப்புத் தசைவற்பு ஏற்படுகிறது (CCT). இத்தசைவற்பு மின்னைச் செலுத்தும் காலம் முழுமையும் நீடித்திருக்கிறது. இக் கண்டுபிடிப்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு கீழ்க்கண்ட விதியினைக் கூறலாம்: வலிகுறை மின்-எஇசு (CCC), நடுத்தர மின் - நேஇசு (ACC), நேதிசு (AOC), எஇசு (CCC), வலிமிகு மின் - எஇவ (CCT), நேஇசு (ACC), நேதிசு (AOC), எதிசு (COC).

இவ்விதி நரம்புக்கும் தசைக்கும் பொருந்தும்.

தூண்டுதல் கிளர்ச்சி ஆகியவற்றில் காலத்தின் பங்கு (Role of the Time Factor in Processes of Stimulation and Excitation)

ஒரே விலங்கின் பல்வேறு நரம்புகள், தசைகள் ஆகியவற்றின் கிளர்திறன் வேறுபட்டிருக்கின்றது. இஃது அத்திசுவின் பணி நிலையினைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது. சான்ருக, புத்தம் புதிய தசையினைவிட, சோர்வுற்ற தசையின் கிளர்திறன் குறைவாக இருக்கிறது.

மின் தூண்டுதலின் குறுமட்டத்தை அளவிடுவதே கிளர்திறனை ஒப்பிட்டு அறிவதற்குரிய எளிய முறையாகும். அஃதாவது கிளர்ச்சியினைத் தோற்றுவிக்கும் மிகக் குறைவான மின்னின் ஆற்றலை அல்லது அழுத்தத்தை அளவிடுவதேயாகும். மின்னின் தூண்டல் திறன் அதனுடைய அழுத்தத்தைப் பொறுத்து மட்டும் இருப்பதில்லையென முன்னரே கூறியுள்ளோம். சான்ருக நடுத்தர வலிவுடைய மின்னை நிலையாகப் பாய்ச்சிடும்போது மின்னிணைப்பு, மின்முறிவு ஆகிய நிலைகளில் மட்டுமன்றி மின் அழுத்தத்தில் ஏற்படும் விரைவான மாறுதல்களாலும் தூண்டப்படுகிறது. ஆனல் மெல்ல மெல்ல மின்னழுத்தத்தை, வழுவி (Rheochord Slider) மூலம் உயர்த்திடின், மிக உயர்வான அழுத்தத்துடன் பாய்ச்சியபோதும், மிகத் தாழ்வாகப் பாய்ச்சிய போதும் எம் மாற்றமும் அல்லது சுருக்கமும் நிகழவில்லை. ஆனல் வலிகுறைந்த மின் இணைவுறும்போதும் முறிவுறும் போதும் உச்சவிளைவினை ஏற்படுத்துகிறது என்றறிகிறேம்.

இவ்வுண்மைகளைக்கொண்டு டூபாய்சு ரேமாண்டு (Dubois - Reymond) என்பவர் (*1848*) தூண்டல் விதியினை (Law of Stimulation) உருவாக்கினர். இவ்விதியின்படி, மின்னின் தூண்டல் திறன் அதனுடைய அழுத்தத்தையோ அடர்த்தியையோ பொறுத்ததில்லை: மின்னேட்டத்தில் ஏற்படும் விரைவான மாறுதல்களைப் பொறுத்தே யிருக்கின்றது. இம்மாறுதல் மிகு விரைவில் நடக்குமெனின், விளைவும் மிகுதியாக இருக்கும்.

இவ்விதி நெடுங்காலமாக எல்லாராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப் பட்டு வந்தது. ஆனல் இவ்விதியினுள் அடங்காத பல உண்மைகள் குவியத் தொடங்கின. ஒரு திசுவின் வழியே மிகக் குறைவான நேரத்திற்கு மின் பாயும்பொழுது அஃது ஏற்படுத்தும் விளைவு சிறப்படைகிறதென இவ்வுண்மைகள் கூறின. இவ்வுண்மைகளை ஃபிக் (Fick *1863*) இலாமான்சுகி (Lamansky *1868*) மற்றும் பலரும் கூறிவந்தனர். கார்கோவ் (Kharkov) பேராசிரியர் சுசெல்கோவ் (I. Schelkov) *1871*-ல் வெளியிட்ட தன்னுடைய

உடலியங்கியல் நூலில் ஒரு நரம்பில் கிளர்ச்சிநிலை உருவாகிட ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு மின்பாய வேண்டுவது இன்றியமையாததெனக் கூறினர். இக்காலம் மிகச் சிறப்புடையதன்று (0·001 விநாடிக்கும் குறைவானது). இக்காலம் குறையின் மின்னின் அழுத்தம் உயரும். மிகக் குறுகிய கால மின் தூண்டுகை மட்டுமன்றி, மிக விரைவில் செயல்படும் பொறித் துறைத் தூண்டுகையும் நரம்பில் கிளர்ச்சியினை உருவாக்காதென இவர் மேலும் கூறினர். நரம்புடன் இணைக்கப்பட்ட தசையில் எவ்வகைச் சுருக்கமும் நிகழாதவாறு அந்நரம்பினைத் துண்டித்திட இயலும் எனவும் கூறினர்.

முதுகெலும்பற்றவை, முதுகெலும்புடையவை ஆகியவற்றின் வரியில் தசைபோன்ற மெல்லச் செயல்படும் திசுக்களில் காலவரை மிகச் சிறப்பிடம் பெறுகிறது. 500, 25, 12 என்ற அழுத்தத்தில் நிலை மின்னோட்டத்தைப் பாய்ச்சி முயலின் சிறுநீர்க் குழலைத் தூண்டிச் செய்த செய்முறையின்போது தசைச் சுருக்கம் ஏற்பட முறையே 0·5, 2, 4 விநாடிகளாயின. இதையே மாற்றின், மின்னின் வலிவு குறைய, கிளர்ச்சிநிலையின் குறும் விளைவினை உருவாக்கிட நீண்டநேரம் ஆகிறது என அறியலாம்

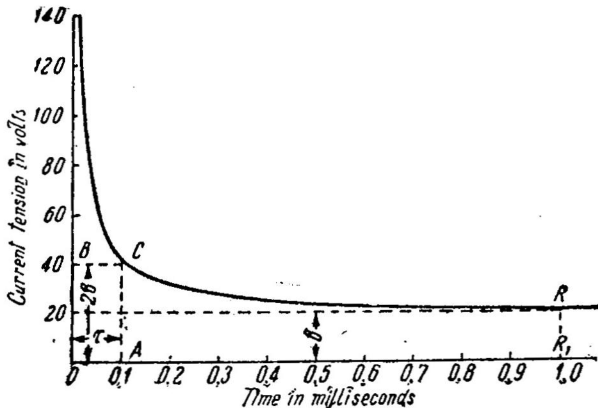
நரம்புத் தசைத் தொகுப்பில் இலயத் தூண்டல்மூலம் தசை வற்பினை உருவாக்கிட, போதுமான அழுத்தமும், அடுக்கும் மட்டுமன்றி, மின்னின் தனித்தனி அதிர்வுகளின் காலம் ஒரு குறிப்பிட்ட மிகக் குறைவான காலத்தினை மிஞ்சிட வேண்டுமென வெரிகோ (Verigo) (1883) கண்டுபிடித்தார். (இவருடைய செய்முறைகளில் விநாக்கு 88 முறை தூண்டும்பொழுது 0·19 மில்லி விநாடிகளாயின.)

மின் செலுத்தப்பட்ட காலத்தினைக் கிடைக்கோட்டிலும், மின் வலிவின் குறுவளவினை அல்லது வோல்டேசினை (Voltage) குத்துக்கோட்டிலும் கொண்டு ஒரு வரைபடம் வரைவோமெனின் படம் 203 காட்டியுள்ளதுபோன்ற வரைகோடு கிடைக்கும். இவ் வளைவரைகோடு சமபக்கமுடைய நீள்வட்டத்தின் ஒரு பகுதியை ஒத்திருக்கிறது. இஃது எல்லாத் திசுக்களுக்கும் ஒன்று போலவே யிருக்கும் (இலாபிக்கே) (Lapicque).

கால இடைவெளி குறைவாக இருக்குமிடத்து (R என்ற புள்ளிக்கு இடப்புறத்து) மின்னின் குறும அழுத்தம் செயல்படு நேரத்திற்கு எதிர் வீதத்தில் இருக்கிறதெனக் காட்டுகிறது. மின் செலுத்தப்படும் நேரம் மிகக் குறைவெனின் குறும விளைவினை (Thrishold Effect) ஏற்படுத்த உருவாகிடும் அழுத்தம் மிக உயர்வாகும். ஆனல் சில குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிக்குப் பின்னர் (R என்ற புள்ளிக்கு வலப்புறத்தே) மின்னின் குறும அழுத்தத்

தின் மதிப்பில், காலம் எவ்வகை மாற்றமும் செய்வதில்லை. இவ் வளை வரைகோடு பின்னர் கிடைக்கோட்டிற்கு இணையாகச் செல்கிறது.

திசுவில் கிளர்ச்சியினை உருவாக்கத் தேவையான மின் அழுத்தம் ஒவ்வொன்றிற்கும் குறும கால அளவு ஒவ்வொன்றிற்கும்



படம் 203

தூண்டும் மின் அழுத்தக் கருநிலைக்கும், அதன் செயல்படு காலத்திற்கும் இடையே உள்ள உறவை விளக்கும் வெயிசு - லேபிக்கு வரைபடம் (Weiss - Lapicque Curve) = OA = குரோனக்சி OB = 2b - இருரீயோபேசு (Double Rheobase). Current tension in volts - மின் அழுத்தம் வோல்ட்டுகளில். Time in milli seconds - காலம் மில்லி நொடிகளில்.

ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில் மின்பாயும் காலம்.[1] குறுமகால அளவிற்குப் பின்னும் நீண்டுவிடும்பொழுது, கிளர்ச்சி தோன்றுவதில் எவ்வகை மாற்றமும் நிகழ்வதில்லை. அதுபோலவே, மிகுதியான அழுத்தமுடைய மின்னைச் செலுத்தாதவிடத்து. இரண்டாவது முறையாகக் கிளர்ச்சியடைவதில்லை. கிளர்ச்சி உருவாகிடத் தேவையானது இக் குறுமக்கால அளவே. ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில் இக்கால அளவிற்குக் குறையின் தூண்டுதல் நிகழாது.

[1] இவ்வரை கோட்டினைக்கொண்டு காலத்தைக் கணக்கிட ஒரு குறிப்பிட்ட ஓல்ட் (voltage) மின்னைக் குறிக்கும் இடத்திலிருந்து கிடைக்கோட்டிற்கு ஒரு குத்துக் கோட்டினை வரையவேண்டும். இக் கிடைக் கோட்டில் மின்பாயும் காலம் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அக் குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தம் தூண்டுதலை உருவாக்கிட்ட காலத்தை இவ்வாறு கிடைத்த கிடைக்கோட்டுப் பகுதி காட்டும். சான்றாக 203ஆம் படத் படத்தில், 20 வோல்ட் மின்னழுத்தமுடைய மின்னை, வரித் தசையில் 0·001 விநாடி செலுத்தினால்தான் கிளர்ச்சி உருவாகும் எனத் தெரிகிறது. ஆனால் 40 வோல்ட் மின்னழுத்தமுடைய மின் 0·0001 விநாடியில் ஏற்படுத்துகிறது.

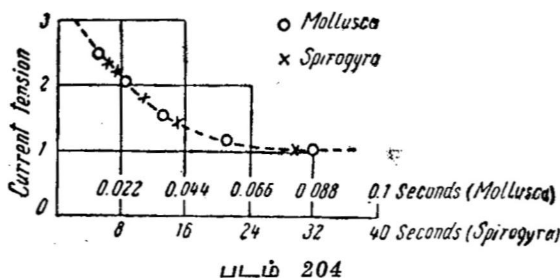
இவ் வரைகோட்டிலிருந்து மேலும், மின்னழுத்தம் செயல் படும் காலம் எவ்வளவாக இருப்பினும், கிளர்ச்சி உருவாக்கிட மிகக் குறைவான மின்னழுத்தமே தேவைப்படுகிறதெனத் தெரி கிறது. சான்முக, இவ் வரைகோட்டில் மின் அழுத்தம் 20 வோல்ட்டிற்குக் குறைவாக இருப்பின் மின்செயல்படும் காலம் எதுவாக இருப்பினும் கிளர்ச்சி உருவாகாது. படம் 203-ல் காட்டப்பட்டுள்ள 'R' என்ற புள்ளி எல்லைப் புள்ளியாகும். அதற்கு இடப்புறத்தே யிருப்பின் மின் செயல்படும் காலம் குறை யின் மின்னழுத்தம் உயர்வாக இருக்கவேண்டும். அதற்கு வலப் புறத்தே சென்முல், மின் செயல்படும் காலத்தை மிகுதிப்படுத்தி ஞலும் கிளர்ச்சியினை உருவாக்கத் தேவையான மின் அழுத்தம் குறைவதில்லை.

தூண்டுதலை ஏற்படுத்தத் தேவையான குறும மின்னழுத்தைக் குறும மின்படி (Rheobase) என்பர். இதுவே நிலைமின்னேட்டத் கிளர்ச்சிக்குறுமம் ஆகும். இதிலும் தாழ்வான அழுத்தமுடைய மின் எத்துணை நேரம் பாயினும் கிளர்ச்சியினை உருவாக்குவதில்லை. குறும மின்படிக்கு இணையாக மின்னழுத்தமுடைய மின்னைச் செலுத்திஞல், 203ஆம் படத்தின் வளைகோட்டில் 'R' என்று குறிப்பிட்ட இடத்திற்குகந்த காலம்வரை செயல்பட்டால் கிளர்ச்சி உருவாகிறது. குறும மின்படிக்குச் சமமான மின், திசுக்களில் கிளர்ச்சியினை உருவாக்கிட எடுத்துக் கொள்ளும் மிகக் குறுகிய காலத்தைக் குறும மின்படி பயனீட்டுக் காலம் அல்லது பயனீட்டுக்காலம் (Utilization Time) என அழைப்பர். இப் பயனீட்டுக் காலத்தைக் கணிக்கும் 'R' என்ற இடத்திற்கு வலப் புறத்தே இவ்வளைகோடு கிடைக்கோட்டிற்கு இணையாகச் செல் கிறது. இதற்குப் பின்னர், தூண்டுதல் காலத்தின் சிறப்பினை புறக்கணிக்கும் டூபாய்சுரேமாண்டுவின்விதி பொருந்துகிறது.

விரைவாகச் செயல்படும், முதுகெலும்பினங்களின் என்புத் தசைகளினுடைய பயனீட்டுக் காலம் மிகக் குறைவானதாகும். தவளையின் குதிகால் தசைக்கும்,—பின்தொடை (Sciatic) நரம் பிற்கும் இக்காலம் 0·003 விஞடியாகும். டூபாய்சுரேமாண்டும் இக்கால அளவை 0·01 விஞடியாகவே குறைக்க இயன்றதால், மின்னழுத்தக் குறுமத்திற்கும், அம்மின் செயல்படும் காலத்திற் குமிடையே உள்ள தொடர்பினை அறிய இயலாது போயிற்று. மெல்ல மெல்லச் செயல்படும் தசைகளுக்கு இதைக் காட்டிலும் நூறு அல்லது ஆயிரம் மடங்கு மிகுதியான காலம் தேவைப்படும்.

பல்வேறு திசுக்களில், தூண்டுகையின் காலமும் மின் வலிவும் சேர்ந்து உருவாக்கிடும் கிளர்திறன் வரைகோடு ஒன்முகவே இருக் கும் என முன்பே கூறியுள்ளோம். தவளையின் நரம்புத்தசைத்

தொகுப்பு, நத்தையின் கால், சுபைரோகைராவின் (Spirogyra) கால் ஆகிய எல்லாவற்றின் கிளர்திறன் வளைகோடும் ஒரே உருவமுடையதாக இருக்கும் (படம் 204). இவை அவற்றின் முழு மதிப்பிலும், கால அளவிலுமே வேறுபடும். தவளைத் தசையின் பயனீட்டுக் காலத்தை விஞடியின் ஆயிரம் கூறுகளாகவும், (Spirogyra) சுபைரோகைராவின் காலத்தைப் பத்தின் கூறுகளாகவும் கூறுகிறேம். இவ்வுண்மைகளிலிருந்து, எந்தத் திசுவின் கிளர்திறனும் ஒரே விதிக்குக் கட்டுப்பட்டும், அவற்றின் கால நிலைமத்தில் வேறுபட்டும் இருக்கின்றன எனத் தெரிகிறது.



படம் 204

சிப்பி, சுபைரோகைரா ஆல்கா (Spirogyra alga) ஆகியவற்றின் தசைச் செயல்முறைக் காலத்திற்கும், தூண்டும் மின்வலியின் கருநிலைக்கும் இடையேயான தொடர்பை விளக்கும் படம்.

O. Mollusca - சிப்பி

X. Spirogyro alga - சுபைரோகைரா ஆல்கா (லேபிக்கைப் பின்பற்றி)

Seconds - நொடிகள்

Current tension - மின் அழுத்தம்

மேற்கூறிய செய்முறை வளைகோட்டினை உருவாக்கிட நெடு நேரம் பிடிக்கிறது. எனவே, ஒவ்வொரு திசுவுக்குமுரிய கால அளவை மிகவிரைவில் துல்லியமாகக் கண்டுபிடிக்க வேண்டுவது தேவையானதாயிற்று. இதனைப் பயனீட்டுக் காலத்தைக்கொண்டு கணித்திடலாம். ஆனல் இணை வரையில் ஏற்படும் சிறுமாற்றங்கள் கிடைக்கோட்டில் பெரும்மாற்றங்களை உருவாக்கிடுவதற்கு ஏற்ற வளைவான பகுதியில் இந்த 'R' என்ற புள்ளி அமைந்திருப்பதால் பயனீட்டுக் காலத்தை பிழையறக் கணித்திட இயலாது.

இதன் அடிப்படையில் காலத்தைக்கொண்டு கிளர்திறனைப் பற்றியறிந்திட, திசுக்களில் சுருக்கம் உருவாக்கிட ஆன இருகுறுமமின்படிகொண்ட மின்னைச் செலுத்தி, நேரத்தைக் கணக்கிட இலாபிக்கே முயன்றூர். இதனை அவர் குறுமம் (Chronaxie) என்று அழைத்தார் கிளர்தன்மையுடைய திசுக்களுக்கு இக்குரனக்சி, பயனீட்டுக்காலத்தின் 10-ல் ஒரு கூறுக இருக்கிறது.

பயனீட்டுக் காலம் என்பது, ஒரு குறுமமின்படி வலிவுடைய மின் சுருக்கத்தை ஏற்படுத்திடத் தேவையான குறுகிய காலம் என முன்பே கூறியுள்ளோம். குறுமத்தினை விஞடியின் ஆயிரத்தி லொரு கூருகவும், குறுமமின்படியை வோல்டிலும் குறிப்பிடு கிருர்கள்.

தூண்டுதலின் குறும அழுத்தத்திற்கும் அதனுடைய செயல் படுங் காலத்திற்குமிடையே(த)யுள்ள தொடர்பினைக் காட்டும். வளைகோடு (ப) என்ற மதிப்புடைய, கிடைக்கோட்டிற்கு இணை யான சமபக்கமுடைய நீள் வட்டத்தினை ஒத்திருக்குமென முன்பே கூறியுள்ளோம். இதைக்கொண்டு வெய்சு என்பவர் கீழ்க்கண்ட சமன்தொடரை உருவாக்கினுர். $இ = \frac{அ}{த} + ப$, இதில் 'அ'வும் 'ப' வும் நிலைமங்கள் (Constants) ஆகும். 'த' என்பதன் மதிப்பினை உயர்த்தி, $\frac{அ}{த}$வின் பின்னத்தினை மதிப்பற்றதாக்கிவிடின், 'ப'வின் மதிப்பை எளிதில் கண்டுபிடித்துவிட முடியும். இவ்வாறு பின்ன மதிப்பைக் குறைத்தபின் சமன்தொடரை இ=ப என எழுதிட முடியும். இதன் விளைவாக நீடித்த காலமுடைய தூண்டுகையின் குறும அழுத்தத்தையே 'ப' என்பது குறிக்கும். இது 'குறுமமின் படி'யென நாம் அறிவோம். 'இ' என்பது இருகுறுமமின்படி யெனக் கொள்வோமெனின் குறுமத்தின் (Chronaxie) மதிப்பினை கணிக்கமுடியும். அஃதாவது, $2\,ப = \frac{அ}{கு} + ப$. $ப = \frac{அ}{கு}$ எனவும் ஆகும். எனவே, $கு = \frac{அ}{ப}$. இவ்வாருக, வெய்சின் நிலைமங்களின் ஈவுதான் குறுமம் (Chronaxie) எனப்படும். 'அ' நிலைமம் ஒரு நிலைமம்' ஆகும்.

இதே நேரத்தில், மேலே குறிப்பிட்டுள்ள வரைகோடு உண்மை யில் நீள் வட்டமெனக் கூறிடமுடியாது. ஏனெனில் 'R' புள்ளிக்கு வலப்புறத்தில் இக்கோடு கிடைக்கோட்டிற்கு இணையாகச் செல் கிறது. எனவே, வெய்சின் அடிப்படைக் கொள்கை முழுமையாகப் பொருந்தவில்லை. மேலும் சில நீள்வட்டக் கோடுகளில் சமன் தொடரும் சான்றுடன் நிறுவப்படவில்லை. இச் சமன் தொடருக் குச் சிறிதும் தொடர்பின்றி, ஒத்த உடலியங்கியல் நிலைகளில் வெவ்வேறு திசுக்களில் கிளர்ச்சி உருவாகும் வேகத்தைக் கணிப் பதே சிறந்த முறையாகும்.

குறுமக்கிளர் காலத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு அளவிடலாம். போதுமான காலத்திற்கு ஒரு தூண்டுகையினைச் செலுத்த வேண்டும். அத் தூண்டுகையின் குறும ஆற்றலைக் கணக்கிட

வேண்டும். இது குறும மின்படியாகும். இவ்வாறு கிடைத்த மின்னின் குறும அளவினை இரு மடங்காக்கவேண்டும். பின்னர் இம்மின் அத்திசுவில் கிளர்ச்சியினை உருவாக்கிட எடுத்துக் கொண்ட குறைந்த காலத்தைக் கணிக்கவேண்டும்.

நமது விருப்பத்திற்கேற்றவாறு மாற்றிக்கொள்ளத் தக்க வகையில் குறுகிய காலத்திற்குத் தூண்டு மின்னினை இணைத்திட மின்படி கருவிகள் (Rheotomes) கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஊசலின் தண்டு, விரியும் சுருள்போன்ற பொருள்கள் விரைவாக அசையும்போது, தூண்டு மின்னோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் இரு இணைப்புகளைத் தொடுகின்றன. முதல் முறை மின்னிணைப்பையும் மறுமுறை மின் முறிவையும் ஏற்படுத்துகின்றன. இதுவே இக்கருவி களின் அடிப்படையாகும். இரு இணைப்புகட்குமிடையேயுள்ள தொலைவும், பொருளின் வேகமும் தெரிந்திருப்பின் மின்னாற்றல் செயல்படுங்காலத்தைக் கணக்கிடமுடியும்.

இக்கால அளவினை மின்விசையேற்றியிலிருந்து வரும் மின் போக்கினாலும் அளவிட முடியும். மின் விசையேற்றியின் மின் போக்கு காலத்தைக் கீழ்க்கண்ட சமன் தொடரால் அறிய முடியும். $t=RC \ln n$,

R= மின்சுற்றின் தடை ஆற்றல் ஓம் (Ohms) என்பதில் குறிப் பிடப்படுகிறது; C= மின்விசையியற்றியின் கொள் ஆற்றல் (பாராடுகளில் Farads); ln n= தொடக்க மின்போக்கின் மதிப்பிற் கும், ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் அதன் மதிப்பிற்கும் இடையே யுள்ள மடக்கை (Logarithm) ஆகும்.

இதிலிருந்து மாறுத்தடை ஆற்றலுடைய மின்சுற்றில் மின் போக்கின் காலம், மின் விசையேற்றலின் கொள் ஆற்றலுக்கு நேர் வீதத்திலிருக்கிறது. வெவ்வேறு ஆற்றலுடைய விசை யேற்றிகளைப் பயன்படுத்தி, மின்போக்கின் காலத்தை மாற்ற இயலும்.

குறுமக்கிளர் காலத்தை அறியக் குறுமக்கிளர் கால அளவை கள் (Chronaximeters) கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

கிளர்ச்சி உருவாகிடும் காலத்தைக் குறிப்பிடும்பொழுது, குறுமக் கிளர்காலம் திசுவின் வினைப்படும் நிலையோடு தொடர் புடையதெனத் தெரிகிறது. பொதுவாக, விரைவாக வினைப்படும் திசுவின் குறுமக் கிளர்காலம் மிகக் குறைவாக இருக்கும். பல்வேறு தசைகளின் சுருக்க காலத்தையும் குறுமக்கிளர் காலத்தையும் ஒப்பிட்டு இதனை அறியலாம் (அட்டவணை 25).

அட்டவணை 25

திசு	குறுமக்கிளர் காலம் Chronaxie	தசையின் சுருக்க காலம்
மனித எலும்புத் தசை :		
முன் கையின் மடக்கு தசை	0.08-0·16	0 030
,, நீட்டு தசை	0·16-0·32	0·040
தவளையின் பின் தொடை நரம்பு குதிகால் தசை	0·3	0·1
இடுக்கித்தசை	11-14	5
தவளையின் இரைப்பைத் தசை	30-100	15-20

கிளர்ச்சி பரவுதலின் வேகத்திற்கும் குறுமக்கிளர் காலத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொடர்பும் அறியப்பட்டிருக்கிறது. மந்தமான நரம்பிழையின் குறுமக்கிளர் (Chronaxie) காலம் மிகுதியாக இருக்கிறது. பொதுவாக, ஒரு திசுவின் குறுமக்கிளர்காலத்தை ஒத்த காலத்தில் கிளர்ச்சி ஒரு சென்டிமீட்டர் தொலேவைக் கடக்கிறதென விதிப்படுத்தியுள்ளனர். சான்ருக, தவளையின் நரம்பில் கடத்தல் வேகம் விஞடிக்கு 30 மீட்டர் தொலேவு செல்வதாகவும், அதனுடைய குறுமக்கிளர் காலம் 0·3 மில்லி விஞடிகளெனவும் கொண்டால், 0·0003 விஞடியில் 1 செ.மீ. தொலேவே சென்றிருக்கிறது.

காலத்துடன் கிளர்திறனே அளவிட உதவும் மிக எளிய குறுமக்கிளர் கால அளவை சென்ற 20, 25 ஆண்டுகளாக ஆய்வுக் கூடங்களிலும் மருந்தகங்களிலும் பயன்பட்டு வருகின்றது (உபலாண்டு, மார்கோவ், மற்றும் பலர்).

தசைச் சிதைவினேக் காட்டிடும் சுட்டுக்குறியாகக் கருதிவரும் உண்மையினே இக் குறுமக்கிளர் காலம் விளக்குகிறது. சிதைவின் சில நிலேகளில், என்புத் தசைகள் முதலில் அணுக்க மின்னுல் தூண்டப்படுவதில்லே. (பாரடிக் கிளர்திறனே இழந்துவிடுகிறது) ஆனுல் நிலேமின்னுல் தூண்டப்படுகிறது (கால்வனிக் கிளர்திறன்). இச் சிதைவு நிலேகளில் குறுமக் கிளர்காலம் உயர்ந்துவிடுவதால் நிலேமின்னேட்டத்தின் நீடித்த செயலேப்போலன்றி, நொடி

நேரமே நீடிக்கும் அணுக்க அதிர்வுகள் கிளர்ச்சியினைத் தூண்ட இயலாது எனச் செய்ம்முறைகள் காட்டுகின்றன.

தெசுலாவின் (Tesla) மின்னைப்போன்ற மிகுவழுத்தமுடைய மாறிமாறிவரும் மின், மனித உடலில் பாயும்போது எவ்வகை மாற்றமும் ஏற்படுத்துவதில்லை என அறிகிறோம். ஆனால் இம்மின் சுற்றில் ஒரு விளக்கினை பொருத்தினால் அவ்விளக்கு எரிகிறது. இதிலிருந்து மின் தூண்டற் செயலில் காலத்தின் பங்கை நாம் அறிந்துகொள்ள முடியும். மிகுவதிர்வுடைய மின், திசுக்களில் பாயும்பொழுது வெப்பவிளைவுகளைமட்டுமே ஏற்படுத்துகிறது. இம் முறையைப் பயன்படுத்தி, உள்ளுறுப்புகளை சூடுபடுத்துகிறார்கள். இம்முறையில் ஒவ்வோர் அதிர்வும் மிகுவலிவுடையதெனினும் கிளர்ச்சியினை உருவாக்கிட இயலாததாகும்.

உடலியங்கியலியக்கங்களில் காலத்தின் பங்குபற்றி முதல் முதலில் வெடன்சுகி (1892) என்பவரே உலகுக்குத் தெரிவித்தார். தம் மீதே நடத்திக்கொண்ட ஆய்வுகளிலிருந்து கிளர்ச்சியுறும் திசுக்களின் பணிநிலை ஆற்றல் (Functional Lability) என்ற புதிய கொள்கையை உருவாக்கினார்; ஒரு குறிப்பிட்ட கால எல்லைக்குள் ஒரு கிளர்ச்சி அலையினைத் திசுக்கள் உருவாக்கிடும் ஆற்றலையே இவர் இவ்வாறு குறிப்பிட்டார். ஒரு காலக்கூறில், ஒரு திசுவால் உருவாக்க இயலும் தனித்தனிக் கிளரலைகளின் உச்ச எண்ணிக்கை யினைக்கொண்டு இவ்வாற்றலை வெடன்சுகி கணித்தார். நிலை யாற்றலின் மட்டமும் பணிபுரியும்போது அதில் ஏற்படும் மாற்றங்களுமே வினைப்படும் திசுக்களின் பண்பின் அடிப்படை யெனக் கூறலாம்.

கிளர்ச்சியின் முழுநிலையின் வேகத்தினைக் குறிக்கும் நிலையாற்ற லுடன், கிளர்ச்சிஉருவாகிடும் வேகத்தைக் குறிக்கும் குறுமக்கிளர் காலத்தை ஒப்பிடும்பொழுது, குறுமக்கிளர் காலம் மிகக் குறைவான மதிப்புடையதெனத் தெரிகிறது. மேலும், கிளர்ச்சி அலைகளின் உச்ச எண்ணிக்கையால் கணிக்கப் பெறும் நிலையாற்றல் (சீர்நிலை) கிளர்ச்சியின் அடிப்படையான கிளர்ச்சி இலய அலைகளை உருவாக்கிடும் திசுவின் ஆற்றலைக் காட்டுகிறது. நரம்பு மண்டலக் கிளர்ச்சியின் இலயத் தன்மையினை வெடன்சுகி என்பவரே (1884)ல் கண்டுபிடித்தார். நரம்பின் இலயக் கிளர்ச்சி அலைகளை, தொலைபேசியில் கேட்டதன்மூலம் இவர் கிளர்ச்சியில் காலத்தின் பங்குபற்றிய உண்மைகளை உலகுக்குக் காட்டினார்.

உயிரியல் அடிப்படையில் பார்ப்போமெனின் நிலையாற்றலின் மதிப்பும், குறுமக்கிளர் காலத்தின் மதிப்பும் ஒன்றோடொன்று பின்னியிருக்கிறதெனத் தெரிகிறது. ஏனெனில் கிளர்ச்சியின்

விரைவுநிலே, விரைவான தோற்றத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. மெல்ல நடைபெறும் கிளர்ச்சியின்போது கிளர்ச்சியின் தோற்றமும் மெல்லவே நடைபெறுகிறது. எனவே, சில உறுப்புகளின் நிலேயாற்றலேயறிய அவ்வுறுப்பின் குறுமக்கிளர் காலத்தைக் கணித்து அறியவும் முடியும். குறுமக்கிளர் காலம் குறைவாக இருப்பின் நிலேயாற்றல் மிகுந்திருக்கிறதென்றும், குறுமக்கிளர் காலம் மிகுந்திருப்பின் நிலேயாற்றல் குறைவாக இருக்கிறதென்றும் பொருள்படும்.

எனினும் ஒரு திசுவின் பணிநிலேயில் பெரு மாற்றங்கள் ஏற்படின், மேற்கூறிய முறைப்படி, குறுமக்கிளர் காலம் நிலேயாற்றலில் ஏற்படும் மாற்றத்தைக் காட்டாது என்பதை மறந்துவிடக்கூடாது. சான்ருக நிலேயாற்றல், கிளர்திறன், கடத்தல்திறன் முதலியவற்றைக் குறைக்கும் ஆற்றலுடைய பொருள்களால் ஒரு நரம்பின் பணிநிலே மாற்றமடையும்பொழுது, நாம் எதிர்பார்ப்பதுபோன்று குறுமக்கிளர் காலம் மிகுதிப்படுவதில்லே. மாருக குறைந்துவிடுகிறது. மிக வலிவுடை இரு குறுமமின்படி மிகக் குறுகிய காலத்தில் கிளர்ச்சியினே உருவாக்கிடமுடியும் (வலி குறைவான இருகுறும மின்படியினேவிட). எனவே, மிகுவலிவுடைய குறுமமின்படிவினே இருமடங்காக்குதல் வலிகுறைவான குறுமமின்படியினே இருமடங்காக்குதலுக்குச் சமமாகாது.

மின்னின் தூண்டற் செயலேக் குறிக்கும் கொள்கைகள்

(Theories of the Stimulating Action of Electric Current)

ஒரு குறிப்பிட்ட வலிவுடைய (குறுமமின்படிவிற்குக் குறையாத) மின், ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குத் தசையில் செயல்பட்டால் மட்டுமே கிளர்ச்சியினே உருவாக்கிட இயலும் என முன்னரே கூறியுள்ளோம். மேலும் கிளர்ச்சி, மின்னிணேப்பின் போது எதிர்முனேயருகிலேயே தோன்றுகிறதெனக் கண்டோம். இவ்வுண்மைகளின் அடிப்படையிலேயே மின்னின் தூண்டற்செயல்பற்றிய கொள்கைகள் எழுந்துள்ளன.

1896-ல், கீவ் பல்கலேக்கழகப் பேராசிரியரான சாகோவோட்சு (V. Chagovets) என்பவர், ஒரு மின்முனேயில், நேர்மின்னழுத்தமுடைய அயனிகள் திரளுவதே திசுக்களில் மின்ஞற்றலின் தூண்டல் செயலுக்கு அடிப்படையாகுமெனக் கூறினர். அஃதாவது, மின்னிணேப்பின்போது எதிர்முனேயிலும் மின்முறிவின்போது நேர்முனேயிலும் அயனிகள் திரளுகின்றன.

பிசிதத்தில் கரைந்துள்ள உப்புகளின் அடர்த்தியில் ஏற்படும் மாறுதல்களே தூண்டல் திறனுக்குக் காரணமாகும் என எண்ணிக் கொண்டு, நெர்னசுட் என்பவர் ஒட்டளவில் மின்னின் வலிவையும் கிளர்ச்சியை உருவாக்கிடச் செயல்படும் காலத்தையும் இணைத்து ஒரு சமன் தொடரை உருவாக்கினர். அதன்படி இ$\sqrt{}$த = நிலைமம். 'இ' என்பது மின்னின் வலிவையும், 'த' என்பது காலத்தையும் குறிப்பிடுகின்றன.

இச் சமன் தொடர் வலிவற்ற மின்னேட்டத்திற்குப் பொருந்தாது. ஏனெனில் குறும மின்படிக்குக் குறைவான மின்வலி, எத்துணைக் காலம் செலுத்தப்படினும் கிளர்ச்சியினை உருவாக்குவதில்லை. நொடி நேரத் தூண்டுகைகளுக்குப் பொருந்தும் இச்சமன் தொடர், மெல்ல மெல்ல உயரும் மின்னேட்ட நிலைகளுக்குப் பொருந்தாது. ஏனெனில், இந்நிலைகளில் அயனிகளில் ஒரு பகுதி மீண்டும் பரவிவிடுவதாலும், இவ்வயனிகளில் அத் திசுவின் கூருணர்திறன் குறைவதாலும் தூண்டல் திறன் குறைவாக இருக்கிறது. எனவே, செய்ம்முறையின் அடிப்படையிலமைந்த பல சமன் தொடர்கள் பின்னர் உருவாக்கப்பட்டன. (வெய்சு, இலாபிக்கே)

திசுவில் செயல்படும் மின்னின் எதிர்முனையருகே அயனிகள் திரள்வதே தூண்டுதலுக்குக் காரணமெனக் கொண்ட நெர்னசுடின் (Nernst) கொள்கை கிளர்ச்சியில் எவ்வகை அயனிகள் பங்கு பெறுகின்றன என விளக்கத் தவறிவிட்டது. மின்னின் தூண்டற்செயலையும், நீரிய அயனிகளின் மிகுதியான அடர்த்தியையும் சாகோவெட்சு என்பார் இணைத்துப் பார்த்தார். ஓரலகெண்ணு (univalent)டைய உவர்மம், வெடியுப்பு, ஈரலகெண்ணுடைய சுண்ணகம், மக்னீசியம் போன்றவற்றின் குறிப்பிட்ட அடர்த்தியில் கரைந்துள்ள அயனிகளைக் கொண்ட கரைசலில் அமிழ்த்து வைக்கப்பட்ட திசுக்கள் நீண்டநேரத்திற்குக் கிளர் திறனை இழக்காதிருந்தன. இதனையே $\dfrac{\text{அ (உ, வெ) } c \text{ (Na, K)}}{\text{அ (சு, மக்) } c \text{ (Ca, Mg)}}$ நிலைமம் என எழுதலாம்.

பெரும்பாலானவற்றில் ஓரலகெண்ணு(univalent)டைய அயனிகள் தூண்டல் வலைவை மிகுதிபடுத்துவதையும் ஈரலகெண்ணுடைய அயனிகள் தூண்டல் திறனைக் குறைப்பதையும் காணலாம்.

இந்தப் புள்ளி விளக்கங்களையும் தன்னுடைய ஆய்வுகளையும், கணக்குகளையும் கொண்டு இலாசரேவ் (P. Lazarev) என்பவர் (1916) தூண்டுதல்பற்றிய அயனிக் கொள்கையை உருவாக்கினர். இக் கொள்கையின்படி, மின்னிணைப்பின்போது மின்னின்

தூண்டுதல் எதிர்முனையருகே வெடியுப்பு அயனிகள் மிகுதியாகக் குவிதலே காரணமாகும்[1]. அதே போழ்து நேர்முனையருகே சுண்ணக அயனிகள் மிகுதியாகி அவ்விடத்தின் கிளர்திறனைக் குறைக்கின்றன. மின்முறிவின்போது இதற்குமாறான நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது. அயனிகள் மீண்டும் இடம் மாறுகின்றன. பொறி, வெப்ப, சவ்வூடழுத்தம் போன்ற மற்றவகைத் தூண்டுதல்களையும் இக் கொள்கையினால் விளக்க இலாசரேவ் முயன்றார்.

வெடியுப்பு அயனிகளைப் பயன்படுத்தி நரம்பின் ஒரு பகுதியில் கடத்தாநிலையை உருவாக்கியபோது, அவ்விடத்தை நிலை மின்னோட்டத்தின் எதிர்முனையால் தூண்டினால் கடத்தாநிலை இன்னும் மிகுதிப்படுகிறது. ஆனால், நேர்முனையால் தூண்டினால் நீங்கிவிடுகிறது (வினோக்ரதோவ்). இதற்குமாறாக, சுண்ணக அயனிகளைப் பயன்படுத்திக் கடத்தாநிலையை உருவாக்கியபோது நேர்முனைத் தூண்டல் கடத்தாநிலையை மிகுதிப்படுத்துகிறது. எதிர்முனைத் தூண்டல் நீக்கிவிடுகிறது (வாசிலேயேவ், வோரோன் சோவ்). இச் செய்ம்முறைகளால் எதிர்முனைத் தண்டு வெடியுப்பு அயனிகளாகவும் நேர்முனைத் தண்டு சுண்ணக அயனிகளாகவும் செயல்படுகின்றன எனத் தெரிகிறது.

மின்னோட்ட எல்லைக்குள் அயனிகள் பரிமாற்றப்படுவது பற்றிய முழு முதற் கொள்கையினைப் பின்னர் செய்த ஆய்வு களால் விளைந்த உண்மையின் அடிப்படையில் மாற்றிக்கொள்ள வேண்டியதாயிற்று. ஏனெனில் கிளர்ச்சி உருவாகிடும் நேரத்தில் அயனிகள் இடம் மாறிக்கொள்ளும் தொலைவு ஒரு அணுத்திரளின் குறுக்களவுத் தொலைவே ஆகும் என ஆய்வுகள் புலப்படுத்து கின்றன.

மின் பாயும்பொழுது மின்தண்டுகளின் அருகேயுள்ள திசுக் களில் அயனி அடர்த்தியில் ஏற்படும் மாற்றங்களையும் மின்னின் தூண்டற்செயலையும் இணைத்து, நெர்னசுடும் இலாசரேவும் தங்க ளுடைய கொள்கையினைக் கூறிய காலத்து சாகோவெட்சு, 1960-ல் தூண்டு மின்னின் இணைப்பின்போது திசுக்களில் உருவாகும் அகமுனை நிலையின் அடிப்படையில் அமைந்த கிளர்ச்சியின் செறிவுக் கொள்கையினை உலகுக்கு அறிவித்தார். இக்கொள்கையின்படி, மின்சுற்றில் இரு மின்தண்டிற்குமிடையே உள்ள கிளர்தன்மை யுடைய திசு சான்றாக நரம்பினை ஒரு திசு மின்விசையேற்றியாகக் கருதுகிறார்கள். நிலை மின்விசையேற்றிகளைப் போலன்றி மின்முனை களில் உருவான முனைநிலையின்போது சேர்ந்த மின்செறிவினைத்

[1] மின்பகு பொருளின் (Electrolyte) கரைசல்வழியே மின்னைப் பாய்ச்சிடும் போது, நேரயனிகள் எதிர்முனைத் தண்டையும் எதிரயனிகள் நேர்முனைத் தண்டையும் நோக்கிச் செல்வன என்பது நாம் அறிந்த உண்மையே.

தன்னிடம் தேக்கி வைத்துக்கொள்ளும் ஆற்றலை, அஃதாவது முனைநிலை ஆற்றலை, அத்திசுமின் விசையேற்றிகள் பெற்றிருக்கின்றன. தூண்டு மின்னிணைக்கப்படும்பொழுதும், திசுவில் ஏற்படும் அகமுனை நிலையால், மிகக் குறுகிய காலத்தில் மின்செறிவடைகிறது. நேர்முனைச் செறிவுடைய எதிரயனிகள் எதிர்முனையின் அருகே சேருகின்றன. (இவ்வயனிகளை நீரிய அயனிகள் எனச் சாகோவெட்சு கருதுகிறார்). மின்விசையேற்றியின் மின் செறிவு ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பை அடைந்ததும் கிளர்ச்சி உருவாகிறது. மின்முறிக்கப்படும்பொழுது, திசுக்களில் நொடிநேரமே நீடிக்கும் மின்முனைநிலை எதிர்த்திசையில் நடைபெறுகிறது. இதனால், நேர்முனையருகே கிளர்ச்சி தோன்றுகிறது.

மிகக் குறுகிய காலத்திற்கு மின் செயல்படும்பொழுது, அம்மின்னின் தூண்டற்திறனும், திசுக்களின் அகமுனைநிலையும் ஒரே காலத்தில் தோன்றுகின்றன. இவற்றைக் குறித்திடும் சமன் தொடரும் ஒன்றாக இருக்கின்றன என்று சகோவெட்சு கண்டு பிடித்தார். மின்னோட்ட எல்லைக்குள் நிகழும் அயனிகளின் இட மாற்றம், கிளர்ச்சியைத் தூண்டிடும் ஒன்றன்று என்றும், தூண்டுகை நீண்ட நேரம் செயல்படும்பொழுது கூடவே நடை பெறும் செயலென்றும் இவர் கூறினார்.

பல உடலியங்கியலாளர்களும் தங்களுடைய ஆய்வுகளுக்குப் பின்னர், சாகோவெட்சின் கொள்கைக்கு ஊக்கம் அளித்தனர். உயிருடைய ஒவ்வொரு திசுவும் குறிப்பிட்ட மின்னாற்றலைப் பெற்றுள்ளது என முன்பே காட்டியுள்ளோம். மேலும் முனையாற்றலும் உண்டெனவும் காட்டியுள்ளோம். தவளை நரம்புத் தண்டின் மின்னாற்றல் ஏறக்குறைய $0 \cdot 01\ \mu$ F ஆகும்.

மின்னின் தூண்டல் செயல் நுட்பத்தையறிய பிராவ்திச்-நெமின்சுகி என்பவர் முற்றிலும் புதிய வழிகளில் முயன்றனர். ஒரு நரம்பில் நிலைமின்னைப் பாய்ச்சியபோது எதிர்முனையருகே நவச்சார ஆவி உருவாவதைக் கண்ட பிராவ்திச்நெமின்சுகி, நரம்பிலுள்ள நிலையற்ற அவியப் பொருள்களின் சிதைவே மின்னின் தூண்டற் செயலுக்குக் காரணமாகும் எனக் கூறினார். மேலும், நரம்பில் கிளர்ச்சி, நவச்சார ஆவி அலைகளாகவே பரந்து செல்கிறதெனவும் கூறினார். நரம்பில் கிளர்ச்சி தோன்றுவதையும், பரந்து செல்வதையும் உள்ளிட்ட உயிர் வேதியியல் மாற்றங்களை ஆய்ந்துவரும் ஆய்வாளர்களின் கவனத்தை இவருடைய ஆய்வுகள் ஈர்க்கின்றன.

நரம்பிலிருந்து தசைக் கிளர்ச்சி கடத்தப்படுதல்
(Transmission of Excitation from Nerve to Muscle)

பொதுவாக நரம்பு மையங்களிலிருந்து இயக்கு நரம்பிழைகள் வழியே வரும் கிளரலைகளாலேயே என்புத் தசைகள் சுருங்குகின்றன. ஒவ்வொரு நரம்பிழையும் கிளைத்து, மூன்றிலிருந்து நூற்று அறுபது தசைநார்களுக்கு நரம்பூட்டுகின்றது. ஒரு நரப்ப விழுதின் கிளைகளால் நரம்பூட்டப்பெற்று, சுருங்கிவரும் தசைநார்த் தொகுதியும் அந்நரம்பிழையும் ஓர் 'இயக்கக் கூறாக'க் (Motor unit) கருதப்படுகின்றன.

நரம்பிழைக்கும் தசைநாருக்குமிடையே உள்ள இணைப்பமைப்பைப்பற்றிப் பல்வேறு ஆய்வாளர்களும் பல்வேறு கருத்துக் கொண்டிருக்கிறார்கள். சிலர் நரம்பு நுனிகள், இயக்குத் தட்டுகளாக மாறியிருக்கின்றன என்றும், சிலர் சற்றுத் திரிந்துள்ள தசை நாரினை யடைந்து கிளைத்து விடுகின்றதென்றும், மற்றும் சிலர் தசைக்கும் நரம்பிற்குமிடையே இரண்டிலிருந்தும் வேறுபட்ட பொருள் (ஏற்பிப்பொருள்) இருக்கிறது என்றும் கூறுகின்றனர்.

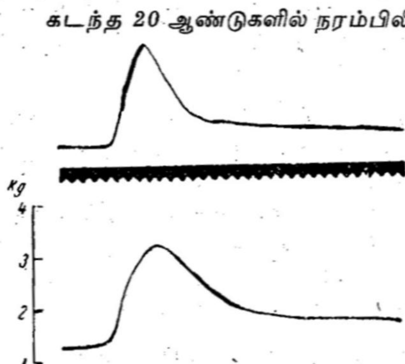
தசைக்கும் நரம்பிற்குமிடையேயுள்ள இணைப்பு எவ்வாறிருப்பினும், கிளர்ச்சியினைக் கடத்தும் வகையில் தசைநரம்பிணைப்பு சில தனிச் சிறப்புக்கொண்டிருக்கிறதென அறிகிறோம். மற்றத் திசுக்களில் ஓர் உயிரணுவிலிருந்து மற்றோர் உயிரணுவிற்குக் கிளர்ச்சி கடத்தப்படும்பொழுது, ஒரே திசையில் கடத்தப்படுவது போலவே, இங்கும் இயக்கு நரம்பிலிருந்து தசைநாருக்குக் கிளர்ச்சி கடத்தப்படுகிறது. மேலும் இவ் விடைப்பட்ட பகுதியில் கடத்தல் சிறிது மந்தப்படுத்தப்படுகிறது.

தசை நரம்பு ஆகியவற்றில் நிகழ்வதுபோன்றே விளைமின்னின் வழியாகவே நரம்பிலிருந்து தசைக்குக் கிளர்ச்சி கடத்தப்படுகிறதென நெடுங்காலமாக நம்பி வந்தனர். இதன்படி, நரம்பு நுனிகளிலிருந்து வரும் மின்னணுச்செறிவால் (விளைமின்) தசையில் கிளர்ச்சி உருவாகிறது என்பதாகும்.

இக் கொள்கையினை முன்னோடியாகக்கொண்டு இலாபிக்கே, நரம்பிலிருந்து தசைக்குக் கிளரலைகள் செல்வதற்கு, நரம்பின் குறுமக்கிளர்காலமும் தசையின் குறுமக் கிளர்காலமும் ஒன்றாக இருக்கவேண்டுமெனக் கூறினார். இந் நிலையை அவர் 'ஒத்த கிளர் காலம் (Isochronism) எனக் கூறினார். இவ்வொத்த கிளர்காலம் குலையுமெனின், கிளரலைகள் தசைகளைச் சென்றடையமாட்டா. சான்றாக, ஒரு விலங்கினை குராரியால் நச்சூட்டி, நரம்பிலிருந்து தசைக்குக் கிளர்ச்சி கடத்தப்படுவதை அடக்கிடுவோமெனில்,

தசையின் குறுமக் கிளர்காலம் மிகுந்துவிடுகிறது. ஆனால் நரம்பின் குறுமக் கிளர்காலம் சிறிதும் மாறுபடுவதில்லை. எனவே, இதற்கு முன்னர்த் தூண்டுதலுக்குப் போதுமானதாக இருந்த நரம்பின் வினைமின் இப்பொழுது தூண்ட இயலாதுபோகிறதென இலாபிக்கே கூறினர். ஆனால், ஒரு திசுவிலிருந்து மற்றொன்றிற்குக் கிளரலைகளைக் கடத்திட ஒத்த கிளர்காலம் மிகத் தேவையான ஒன்றன்று எனக் காட்டிடச் சான்றுகள் உள்ளன.

கடந்த 20 ஆண்டுகளில் நரம்பிலிருந்து தசைக்குக் கிளரலைகள் கடத்தப்படும் நுட்பத்தினை விளக்கிடும் புதுக்கொள்கை தோன்றி வளரலாயிற்று. நரம்பிலிருந்து தசைக்குக் கிளர்ச்சி கடத்தப்படுவது வேதியியல் முறைகளாலேயே நடைபெறுகிறதெனச் சான்றுடன் முதன் முதலில் சாமோய்லோவ் (1924) காட்டினர்.



படம் 205

கீழ் பதிவு - அசிட்டைல்கோலின் செலுத்திய பின்னர் பூனையின் வரித்தசைச் சுருக்கத்தைக் காட்டுகிறது.

மேல் பதிவு - நரம்பை ஒரு முறை தூண்டியதற்கான தசைச் சுருக்கத்தைக் காட்டுகின்றது.

படுகோடு - தசையால் உருவாகும் அழுத்தத்தை (கிலோகிராமில்)யும், நேர்கோடு - காலத்தையும் (0·01 நொடி) குறிப்பிடுகின்றன.

மாறு வெப்பநிலையுடைய விலங்குகளின் நரம்புகளிலிருந்து தசைகளுக்குக் கிளரலைகள் செல்லும் வேகம், வெப்ப நிலையை 10° உயர்த்தியபோது, 2·14 மடங்கு உயர்ந்ததென சாமோய்லோவ் கண்டார்.[1] இவ்வாறு உயரும்பொழுது, இயக்க நிலையும் உயர்வது, வேதியியல் மாற்றங்களில்மட்டுமே நடைபெறும். இயங்கியல் மாற்றங்களில் நடைபெறுவதில்லை.

இவ் வுண்மைகளைக்கொண்டு, நரம்பிலிருந்து தசைக்குக் கிளர்ச்சி வேதிமப் பொருளால் கடத்தப்படுகிறதென சாமோய்லோவ் (Samoilov) கூறினர். இப்பொருள் தசைநாரினைத்தூண்டும் நரம்பின் நுனியில் உருவாகிறதெனக் கூறினர். ''இரு உயிரணுக்களின் விளிம்பில், ஓர் உயிரணு, இன்னும் நம்மால் அறியப்படாத

[1]வெப்பநிலையை 10° உயர்த்தும்பொழுது வேதி மாற்றங்கள் இரு மடங்கு அல்லது மும்மடங்காகின்றன. ஆனால், இயங்கியல் மாற்றங்கள் மிகக் குறைவான (20%) அளவிலேயே ஏற்படுகின்றன என நாமறிவோம்.

ஒரு பொருளினை உருவாக்குகிறது. இப் பொருள் மற்றொரு உயிரணுவைத் தூண்டிடும் செயலியாக விளங்குகிறது. இதுவே நரம்பிழைபிலிருந்து தசைநாருக்குக் கிளர்ச்சியைக் கடத்திடும் பொருளாய் விளங்குகிறதெனக் கூறினர். இக் கொள்கை ஒரு வழிக் கடத்தலையும், கடத்தலின் மந்தத்தையும் விளக்குகிறது. இதே நுட்பம் கிளர்ச்சி கடத்தப்படும் எல்லா இடங்களிலும் செயல்படுகிறதெனச் சாமோய்லோவ் கருதினர். சிறப்பாக ஒரு நரம்பணுவிலிருந்து மற்றொரு நரம்பணுவிற்குக் கிளர்ச்சி கடத்துவது ஒரு வேதிமப் பொருளே எனக் கருதினர்.

மேற்கூறிய சாமோய்லோவின் செய்ம்முறைகளில் நரம்பில் கிளர்ச்சி கடத்தப்படும் வேகம் 10° வெப்பத்தை உயர்த்திடும் போது 54 விழுக்காடு மிகுதியாகிறதென அறிகிறோம். இதிலிருந்து நரம்பில் நடைபெறும் கிளர்ச்சி பரவுதலின் சிக்கலான செயலில் வேதியியல் இயங்கியல் செயல் பங்குபெறுகின்றன எனத் தெரிகிறது. எனினும் இவை நரம்பிலிருந்து தசைக்குக் கிளர்ச்சி கடத்தப்படுவதில் பெறும் பங்கினைவிடக் குறைவானதே ஆகும்.

இதயத் தசையில் முடிவுறும் வேகசு நரம்பு நுனிகளில் வேகசு நரம்பினைத் தூண்டியபொழுது ஒரு பொருள் உருவாகிறதென இலெவி (O. Levi) [1921] என்பவர் கண்டார். இப் பொருள் அசிடைல்கோலின் (Acetylcholine) எனப் பின்னர் அறியப் பட்டது. இப் பொருள் தன்னியக்க, நடு நரம்பிணைப்புகள் சிலவற்றில் கிளர்ச்சிக் கடத்தலின்போதும் உருவாகிறதெனப் பின்னர் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் புலப்படுத்தின.

1930 ஆண்டுத் தொடர்களில், தசையின் குருதிக் குழல் வழியே தண்ணீரைப் பாய்ச்சிச் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து, நரம்பால் தூண்டப்பெற்ற என்புத் தசை வழியே பாய்ந்து வரும் குருதியில் ஒரு கிளரலைக்கு $0 \cdot 00002\ \gamma^{\circ}$ ($\gamma = 0 \cdot 001$ மிகி.) அசிடைல்கோலின் காணப்பட்டது.

மேலும், 2γ அசிடைல்கோலினை குருதிக் குழலில் செலுத்தினல் தசைவற்பினை ஏற்படுத்த முடியும் எனவும் அறிந்தனர் (படம் 205). $0 \cdot 000005\ \gamma$ போன்ற மிகக் குறைவான அளவுடைய அசிடைல்கோலினை நுண்விடு குழல் வழியாக நரம்பு நுனிகளின் அருகே செலுத்துவதன்மூலம் தசைநாரினைச் சுருங்கச் செய்ய முடியுமெனவும் அறிகிறோம்.

தசைச் சுருக்கமேற்பட அசிடைல்கோலின் உருவாக வேண்டுமெனின், ஒவ்வொரு கிளரலையின்போது உருவாகிடும் அசிடைல்கோலின் செயலுரு நிலையின்போது அழிக்கப்பட்ட வேண்டும். இல்லையெனில், அதற்கடுத்து வரும் கிளரலையால்

கிளர்ச்சியினை உருவாக்க இயலாது. கோலின்சிதைவி (Cholinesterase) எனப்படும் நொதியால், அசிடைல்கோலின் அசிடிக் அமிலமாகவும் கோலினாகவும் பிரிக்கப்பட்டுவிடுகிறது தசையில் நரம்பு நுனிகளுக்கருகே இந்நொதி பெருமளவில் காணப்படுகிறது.

இவ் வுண்மைகளின் அடிப்படையில் இயக்கு நரம்பு நுனிகளில் உருவாகும் மிகக் குறைவான அசிடைல்கோலின், நரம்பிலிருந்து தசைக்குக் கிளரலையைக் கடத்திடும் ஊடகமாகத் திகழ்கிறதெனக் கூறும் கொள்கை உருவாயிற்று.

நரம்பிலிருந்து தசைக்குக் கிளர்ச்சி கடத்தப்படுவது வேதியியல் செயலாலேயே என ஐயத்திற்கிடமின்றித் தெளியினும் இயக்கு நரம்பிழைகளிலிருந்து வரும் கிளரலைகளால் ஏற்படும் தசைச் சுருக்கத்திற்கு, அசிடைல்கோலின் உருவாகி நடைபெறும் உயர் வேதியியல் செயல்மட்டுமே காரணமென்பதை முழுமையாக ஒத்துக்கொள்ள இயலாது. இவ்வேதியியல் மாற்றத்தின் பல்வேறு படிநிலைகளும் முழுமையாக அறியப்படவில்லை. சான்ருக, அடினோசைன் முப்பாசுபாரிக் அமிலம் (Adenosine Tri Phosphoric acid) கந்த நீரியைத் திரள்கள் மற்ற வேதிமப் பொருள்கள் முதலானவையும் பங்குபெறுகின்றன என்பதற்கான சான்றுகள் இருக்கின்றன. நரம்பிழையில் உள்ள சில வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்களாலேயே கிளர்ச்சி கடத்தப்படுகிறதெனக் கொள்ளலாம். இப் பொருள்கள், தசையின் வினைநிலையுடன் தொடர்புடைய வேதியியல் மாற்றங்களில் பங்குபெறுகின்றன.

50. கிளர்ந்திடுமுறை

(The Excitatory Process)

உடலியங்குமின்னியலின் தலையாய கோட்பாடுகள்
(Principal Concepts of Electrophysiology)

இதற்கு முந்திய பிரிவுகளில் மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் போன்ற மின்னிகழ்வுகளைப்பற்றிக் குறிப்பிட்டுள்ளோம். இம் மின்னாற்றல் கிளர்ச்சி அலைகளைக்காட்டிடும் குறியாகவும், கிளர்ச்சியின் வலிமை, காலம், இலயம், அதன் இலக்கமுறை முதலியவற்றை உருவாக்கிடும் ஒன்றாகவும் விளங்கி வருகின்றது[1].

திசுக்களில் ஏற்படும் மின்மாறுதல்களை ஆற்றலின் மிகக் குறைவான மதிப்பீடுகளாலேயே குறிப்பிடுகிறோம். சான்றாகத் தசைச் சுருக்கத்தின்போது உருவாகும் வெப்பப்பொறிசார் ஆற்றலில் *0·00001* பங்கினைவிடக் குறைவாகும். எனினும், மின்னாற்றலைத் துல்லியமாக அளவிடும் நுட்ப முறைகளாலும் பெருக்கு கருவிகளாலும் தசை, நரம்பு ஆகியவற்றில் நடை பெறும் கிளர்ச்சி முறையினைச் சிறப்பாக, முழுமையாக அறியும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளோம்.

*1786*இல் போலோனாவின் உடலியங்கியலாளரும் மருத்துவரு மான கால்வானியின் (L. Galvani) கண்டுபிடிப்பைத் தொடர்ந்து விலங்குத் திசுக்களில் நிகழும் மின்நிகழ்வுகளைப்பற்றிய கல்வி உருவானது. தவளையின் கால்தசையுடன் நரம்பினை உலோகக் கடத்தியால் மின்னிணைப்புச் செய்தால், இலெய்டன் குடுவை (Leyden jar)வையிலிருந்து மின்பாயும்பொழுது சுருக்கம் ஏற்பட்டாற்போன்று சுருக்கம் ஏற்பட்டது. இதனைக் கால்வனி 'விலங்கு மின்னாற்றல்' (Animal Electricity) என அழைத்தார்.

[1] வினை மின்னழுத்தம் எனக் குறிப்பிடும்பொழுது ஓய்வுநிலையிலுள்ள திசுவின் மின்னழுத்தத்திற்கும், தூண்டப்பட்ட திசுவின் மின்னழுத்தத் திற்குமிடையே உள்ள வேறுபாடு என அறிக.

தசையும் நரம்பும் வெவ்வேறு மின்னழுத்தமுடையன என்றும், உலோகக்கடத்தி இவ்விரண்டிற்குமிடையே மின்னேட்ட இணைப்பையே உருவாக்கியதென்றும் கால்வனி நம்பினார்.

கால்வனியின் காலத்தில் வாழ்ந்திருந்த பாவ்யா பல்கலைக் கழக இயங்கியல் பேராசிரியரான வோல்டா (Volta) கால்வனியின் செய்முறைகளில் பயன்படுத்திய உலோகக் கடத்திகள் (Metallic conductors) ஒத்த தன்மையுடையன அல்ல என்ற உண்மையின்



L. கால்வனி

அடிப்படையில் கால்வனியின் செய்முறைகளுக்கு விளக்கம் தந்தார். ஈரமான திசுவினை உலோகம் தொட்டதும், அதன் மீதுள்ள நீர்மைக்கும் உலோகத்திற்குமிடையே மின்னழுத்த மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன. உலோகக் கடத்தியின் ஒத்த தன்மை யற்ற பண்பால் திசுவினைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் இருமுனை களுக்குமிடையே எதிர் எதிரான மின் செறிவு உருவாகிறது. இதனால் மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது என இவர் விளக்கம் கூறினார்.

தத்தம் வழியில் இருவருமே சரியாகக் கூறினர் எனப் பின்னர் அறிந்தனர். தன்னுடைய செய்ம்முறையைச் சிறிதே மாற்றி உலோகக் கடத்தியின்றித் தசையின்மீது அதன் நரம்பினைப்போடு வதன்மூலமே தசைச் சுருக்கத்தை ஏற்படுத்த முடியும் எனக் கால்வனி கண்டுபிடித்தார். கிளர்தன்மையுடைய திசுவும் மின்னாற்றலின் உறைவிடமாக இருக்க இயலும் என இச் செய்முறை உடலியங்கியலின் புதிய பிரிவான உடலியங்கு மின்னியலிற்கு (Electrophysiology) அடிகோலியது.

நீர்மைக்கும் உலோகத்திற்குமிடையே நிகழும் எதிர்வினை வால் உருவாகும் மின்னியக்க விசை அல்லது மின்னியக்க மாறு பாட்டினைக்கொண்ட நிலைமின்னோட்டத்தின் உருவிடத்தை (வோல்தாவின் தொகுதி) முதன்முதலில் வோல்தாவே கண்டு பிடித்தார். வோல்தா முதன்முதலில் அமைத்த தொகுதியில் செம்புத்தகடும், துத்தநாகத் தகடும் ஒன்றின் மீதொன்றாய் அடுக் கப்பட்டும் அவைகளுக்கிடையே உப்புநீரில் நனைக்கப்பட்ட துணியும் வைக்கப்பட்டிருந்தது.[1] இக்கண்டுபிடிப்பே மின் னோட்டக் கொள்கைக்கும் விலங்கு மின்னின் தனித்தன்மை பற்றிய சிறந்த கொள்கைகளுக்கும் அடிகோலியது.

சென்ற நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில் நரம்புத்தசை ஆகிய வற்றின் உயர்மின்னியல்புபற்றிய செய்ம்முறைக் கல்விக்கு அடிகோலினார்கள். மின்னழுத்த அளவைபோன்ற இயங்கியல் கருவிகளைக்கொண்டு உயிர்மின்னியல்பைப்பற்றி ஆயமுனைந்த போய்சுரேமாண்டு, எர்மாண், செகனேவ், வெடன்சுகி என் பவர்கள் குறிப்பிடத்தக்கவராவர்கள். வெடன்சுகியின் தொலை பேசி முறை உடலியங்கு மின்னியலின் வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் பயன்பட்டது.

தசை, நரம்பு ஆகியவற்றில் ஓய்வு மின்னோட்டம் (Currents of rest in muscle and nerve): தசை அல்லது நரம்பின் வெட்டு முனையையும், நீள்மட்டப் பரப்பினையும் துல்லியமான மின்ன ழுத்த அளவையுடன் முனைநிலையடையா மின்தண்டுகளால் இணைத்தால் நீள்மட்டம் பரப்பிலிருந்து வெட்டுமுனைக்கு மின் பாய்ந்து செல்வதை மின்னழுத்த அளவைக் காட்டுகிறது.[2] அதாவது, வெட்டுமுனை எதிர்முனையழுத்தமுடையதாக இருக்

[1] உருசியக் கல்வியாளரான பீட்ரோவ் 1802-ல் 4200 செம்பு, துத்த நாகத் தகடுகள் கொண்ட மின்கலத்தை உருவாக்கினார். இதுவே அக்காலத்திலிருந்த மின்கலத்தில் பெரும் ஆற்றலுடையதாக விளங் கிற்று; மின்வில்லைக் கண்டுபிடித்ததுமட்டுமன்றி நீர்வாழ் விலங்கு களின் மின்னியக்கம்பற்றிய பல உண்மைகளையும் கண்டுபிடித்தார்.

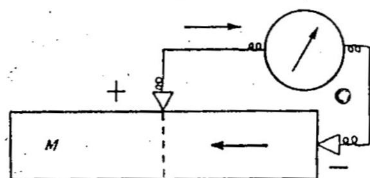
[2] இயங்கியல் விதிப்படி, வெளிச்சுற்றில் மின் செல்லும்பொழுது, நேர் முனையிலிருந்து எதிர்முனைக்கு மின்பாய்ந்து செல்கிறதென அறிவோம்.

கிறது (படம் 206). வெட்டுமுனைக்கும், நீள் முனைக்குமிடையே பாயும் மின்னோட்டத்தை 'ஒய்வுமின்' என டூபாய்சு ரேமாண்டு அழைத்தார்.

எனினும் ஒய்வுமின் திசு ஊறடைந்த போதுமட்டுமே காணப் படுகிறதென்றும் ஊறுபடாத பகுதிக்கும் ஊறுபட்ட பகுதிக்கு மிடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடே இம்மின்னோட்டத் திற்குக் காரணமென்றுக் எர்மாண் கண்டுபிடித்தார். எனவே, டூபாய்சுரேமாண்டு கூறியதைப்போல தசையிலோ நரம்பிலோ ஒய்வுமின் இருப்பதில்லை. ஆனால் ஊறுபட்ட போதுமட்டுமே நிகழ்கிறது. அஃதாவது, உடலியங்கியல் வேதியியல் மாற்றங் களால் திசுவில் ஏற்படும் மாற்றங்களாலேயே இம்மின் உருவா கிறது. எனவே, இதனை ஊறுமின் (Injury current) அல்லது மாற்ற மின் என அழைத்தனர்.

எவ்வகை ஊறும் ஏற்படாதவாறு தசையினை உருவாக்கினால், உலோகக் கடத்தியின்றி கால்வனி செய்த பரிசோதனைகள் பயன்படாது போயின. ஆனால் தசை ஊறடைந்தபோது ஊறடைந்த பகுதியிலோ ஊறடையாப் பகுதியிலோ நரம்பினை இணைத்தால் தசைச்சுருக்கம் நிகழ்வதைக் காணலாம்.

ஊறுவிளைந்தவுடன் தசையில் ஏற்படும் மின்னழுத்த உச்ச வேறுபாடு 0·08 வோல்ட்டாகும். ஊறுவிளைந்த ஒரு மணிநேரத் திற்குப்பின் தொடக்க நிலையின் பகுதியாக இம்மின்னழுத்த வேறுபாடு குறைந்துவிடுகிறது. நரம்பில் ஊறுவிளைந்ததும் ஏற் படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு 0·03 வோல்ட்டாகும். நேரம் ஆக ஆக, இவ்வேறுபாடு மிக விரைவாகக் குறைந்துவிடு கிறது. மனித நரம்பில் இவ் வேறுபாடு 0·006 வோல்டாகும் மனித உடலில் இணைப்புத்திசு மிகுதியாக இருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். நரம்பு சிதை வுறும்போது ஊறுமின்னின் வலிமை சிறிது சிறிதாகக் குறைந்துவிடுகிறது. மாறு வெப்பமுடைய விலங்குகளில் 10 நாட்களில் இம்மின் மறைந்துவிடுகிறது. மாறுவெப்பமுடைய விலங்குகளில் இம்மின் 30 நாட்களில் மறைகிறது.



படம் 206

ஒய்வு மின்சாரம்

M-த-தசை (அல்லது நரம்பு)

தசையின் வெட்டுப் பரப்பு, ஊறடை யாத தசைப்பரப்பிற்கு(+) எதிர்த் தலையாகும் (—)

அம்புக் குறிகள் உள், வெளிச் சுற்று களில், மின் வலி பாயும் திசையைக் குறிப்பிடுகின்றன.

வினைமின் (ஓய்வுமின்னின் எதிரலை), Action current (Negative wave of the current of rest) : தசைகளிலும், நரம்புகளிலும் கிளர்ச்சி உருவாகும்பொழுது உருவாகும் மின்னெதிர்வலைகள் மிகச் சிறப்புடையனவாகும். தசை, நரம்பு ஆகியவற்றின் ஓய்வு மின் தூண்டுதலின்போது குறைகிறதெனக் கண்டதைத் தொடர்ந்து இதைப்பற்றிய ஆய்வு வளர்ந்தது. திசுவின் வினை நிலையின்போது ஓய்வுமின் குறைவதை 'ஓய்வுமின்னின் எதிர் மின்னலை' என டூமாய்சுரேமாண்டு அழைத்தார். அசையா மின்னழுத்த அளவைகளில் இக்குறைவு நிலையாகத் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறதெனக் கண்டாலும் உண்மையில் இவை சிறுசிறு அலைகளாகவே இருக்கின்றன என அறிகிறோம். இது துணைத்தசை வற்பு என அழைக்கப்படுவதுமூலம் நிறுவிட இயலும். ஒரு தசை நரப்பத் தொகுப்பின் தசையின்மீது மற்றொரு தசை நரப்பத் தொகுப்பின் நரம்பினைக் குறுக்காகக் கிடத்த, முதல் தசையினைத் தூண்டினால் இரண்டாவது தசையும் சுருங்குகிறது. இங்கு முதல் தசையின் சுருக்கத்தால் விளைந்த எதிர்மின்னோட்டத்தால் இரண்டாவது தசை தூண்டப்படுகிறது. ஆனால் இரண்டாவது தசையில் தசைச் சுரிப்பினை ஏற்படுத்தாது தசைவற்பினை ஏற்படுத்துவதால் இத்தூண்டுகை விட்டுவிட்டு வரும் தூண்டுகை எனத் தெரிகிறது.

கிளர்தன்மையுடைய திசுவின் ஊறடைந்த பகுதி எதிர் மின்னழுத்தமுடையதாவது போன்று ஒரு திசுவின் தூண்டப் பட்ட ஒரு பகுதி மற்றப்பகுதியைவிட எதிர்மின்னழுத்தமுடைய தாகிவிடுகிறது. எனவே, தூண்டப்பட்ட பகுதிக்கும் ஊறடைந்த பகுதிக்கும் இடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு ஓய்வுநிலையி லுள்ள பகுதிக்கும், ஊறடைந்த பகுதிக்கும் இடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக்காட்டிலும் குறைவாகவே இருக்கும். ஆகவே ஓய்வுமின்னின் எதிர்மின்னலைக்குக் காரணமாகும் என எர்மாண் கூறினார் (1867). இதனைப் படம் 206 தெளிவாக விளக்கு கிறது.

ஊறடைந்த பகுதியைப்போல தூண்டப்பட்ட பகுதியில் எதிர்மின்னழுத்தம் நிலையாக இருப்பதில்லை. கிளர்ச்சியியக்கத் துடன் இவ்வெதிர் மின்னழுத்தமும் பரவுகிறது. நிலையாகவே எதிர்மின்னழுத்தமுடைய ஊறடைந்த பகுதிக்கும் தூண்டப் பட்ட பகுதிக்குமிடையேயுள்ள வேறுபாட்டில் கிளர்ச்சி அலை செல்வதால் ஏற்படும் குறைவு மிகச் சிறியது. குறுகிய காலமே நீடிப்பதும் நரம்பின் அல்லது தசையின் தூண்டப்பட்ட பகுதியில் ஏற்படும் இவ்விரைவான மின்னழுத்த மாறுதல்களை 'வினைமின்' என எர்மாண் (Hermann) அழைத்தார்.

நரம்பின் வினைமின்னைக் கேட்பதற்குத் தொலைபேசி முறைகளைப் பயன்படுத்திய வெடன்சுகி 1883லேயே நரம்பில் ஏற்படும் கிளர்ச்சியின் அதிர்வலை முறையினைச் சான்றுடன் நிறுவினார். நரம்பின் இருமுனைகளிலிருந்து இரு கம்பினை தொலைபேசியுடன் இணைத்துப் பல்வேறு வலிவும், அடுக்கும் கொண்ட மின்னைப் பாய்ச்சியபோது நரம்பின் இலயஇயக்கத்தை இவர் கேட்டறிந்தார். இம்முறையின் உதவிகொண்டு, சென்ற நூற்றாண்டில் 80 ஆண்டுத் தொடர்களில் கிளர்ச்சியின் இலயத்தைப்பற்றிய பல அடிப்படை உண்மைகளைக் கண்டுபிடித்தார். இவ்வுண்மைகள் பின்னர், வரைபடப் பதிவுமுறைகளால் பல ஆய்வாளர்களாலும் நிறுவப்பட்டன.

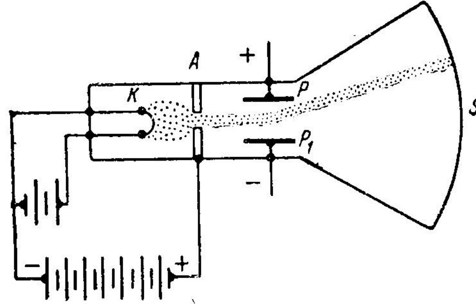
பின்னர் மிகக்குறைவான அசையாநிலையுடைய மின்னழுத்த அளவைகளும் அல்லது மின்னளவைகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இதன்மூலம் விரைவான மின்னதிர்வுகளைக் கொண்ட வினைமின்னை வரைபடமாகப் பதிய இயன்றது. நுண்குழல் மின்னளவை (Capillary Electrometer), நாண்மின்னழுத்த அளவை (String galvanometer), எதிர்பதிவுக் கருவி (Oscillograph) என்பன அவற்றுள் சில.

பாதரசமும் நீர்த்த கந்தக அமிலமும் கொண்ட நுண்குழல் கொண்டதே நுண் குழல் மின்னளவையாகும். நேர்முனையழுத்தமுடைய பாதரசமும் எதிர்முனையழுத்தமுடைய அமிலமும் இணையுமிடத்தில் மின்னழுத்த வேறுபாடு ஏற்படுகிறது. மின்னழுத்தமுடைய பாதரசத் துகள்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளிவிடுவதால் பாதரச மட்டத்தின் பரப்பழுத்தம் குறைகிறது. பாதரச மட்டம் எதிர்முனையாகவும் அமிலம் நேர்முனையாகவும் இயங்கும் வகையில் மின்னைச் செலுத்தினால் பாதரச மட்டத்தின் மின்னழுத்தம் குறைகிறது. இதனால் பாதரச மட்டத்தின் பரப்பழுத்தம் உயர்ந்து, மின்னோட்டத் திசையில் இம்மட்டம் குறைகிறது. மின்னோட்டத் திசையினை மாற்றிடும்பொழுது மட்டத்தின் பரப்பழுத்தம் குறைந்து பாதரச மட்டம் உயர்கிறது. எனவே, வினைமின்னின் பேர்களைப் பொறுத்தே பாதரச மட்டத்தின் அசைவு ஏற்படுகிறது. இவ்வசைவுகளை உருப்பெருக்கி மூலம் காணலாம். அல்லது ஒளிப்படத்தாள் கொண்டு நிழற்படம் பிடிக்கலாம்.

எனினும் பாதரச மட்டத்தின் அசையாநிலை மிகுதியாகும். எனவே நாண்மின்னழுத்த அளவை சிறந்ததாகக் கருதப்பட்டது. (94ம் பக்கம் பார்க்க). இவ்வளவை ஒரு மின்காந்தத்தின் அளவைகளுக்கிடையே ஒரு மெல்லிய கடத்தும் கம்பியிழை செங்குத்தாக

வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இக்கம்பியிழையால் விஞடிக்கு 500 அதிர்வுகளை எப்பிழையுமின்றி ஏற்படுத்த இயலும்.

இதைவிட மிகுதியான அதிர்வெண்ணுடைய அதிர்வலைகள் கண்ணி அல்லது காந்த மின் அதிர்வுபதிவுக்கருவி கொண்டு பதித்திட இயலும். இக்கருவி உடலியங்கு மின்னியலில் பெருந்துணையாக இருந்து வருகிறது. இங்கு ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்கு ஒரு சுருளால் இழக்கப்பட்ட துண்டினால் இணைக்கப்பட்ட உலோகக் கண்ணியே அசையும் பகுதியாக விளங்குகிறது. ஒரு நிலைகாந்தத்திற்கிடையே இக்கண்ணி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மின்பாயும் பொழுது கண்ணியின் இருபகுதிகளின் வழியே வெவ்வேறு திசையில் மின்பாய்வதால் கண்ணியின் இருபகுதிகளும்



படம் 207

எதிர் கொடிக் கற்றை ஊசல் பதிவியின் படம்

K - எ, எதிர்கொடி A - நே. நேர்கொடி

P - P, வி வி, மின் வீறு பெருக்கியின் தட்டுகள்

S தி - திரை

எதிரெதிர்த் திசையில் அசைகின்றன. இதனால் இக்கண்ணி ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் திரும்புகிறது. இதன் மதிப்பு மின்னின் இயல்பைப் பொறுத்திருக்கிறது. இக்கண்ணியோடு இணைக்கப்பட்ட ஆடியும் இதுபோன்று திரும்புகிறது. எனவே ஆடியில் விழும் ஒளிக்கற்றையும் இதுபோன்றே எதிரொலிக்கப்படுகிறது. இத்திருப்பங்களை நிழற்படமாக்குகின்றனர். இவ்வகையான அதிர்வு பதிவு கருவிகள் விஞடிக்கு 10,000 அதிர்வுகளைப் பதிக்கும் ஆற்றலுடையன.

ஆனால் அசையா நிலையற்ற பதிப்புமுறை எதிர்முனைக்கதிர் அதிர்வுப் பதிவுக் கருவியில் பயன்படும் எதிர்முனை கதிர்கற்றை முறையேயாகும் (படம் 207).

எதிர்முனைக் கற்றையினை எலக்டரான் (Electron) கீழ்க்கண்ட முறையில் பெறுகிறார்கள். வெற்றிடமுடைய கண்ணாடிக்

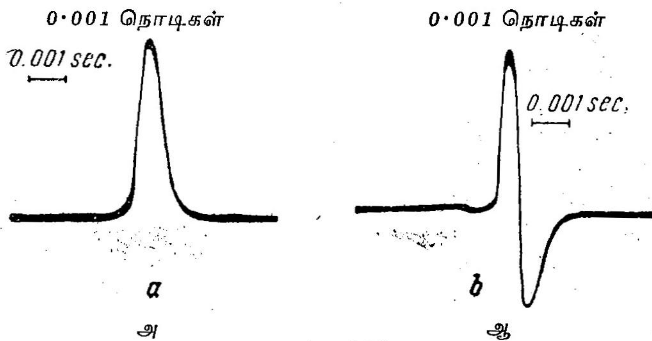
குழாயில், சிறிது தொலைவிடம்விட்டு இரு மின் முனைகள் பொருத்தப்படுகின்றன. நூல் போன்ற வடிவமுடைய மின் தண்டு எதிர் முனையாகச் செயல்படுகிறது. மற்றொன்று நடுவில் துளையுடைய தட்டுப்போன்ற மின்தண்டு முனையாகச் செயல்படுகின்றது. மிக வலிவுடைய மின்னைச் செலுத்தும்பொழுது (1000 வோல்டுகள்) விடுக்கப்பட்ட எலக்டரான் கற்றையினை எதிர்முனை தருகிறது. நேர்முனைத் தகட்டின் துளைவழியே சென்று எதிரிலுள்ள திரையில் படும்பொழுது ஒளியுடைய புள்ளியைத் தருகிறது. இதனை நிழற் படமாக்கவும் முடியும் இவ்வெலக்டரான் கற்றையினை மிகுதியாக்க ஒரு சிறு தனி மின்கலத்திலிருந்து மின்னைப் பாய்ச்சி எதிர் மின்னிழையினைப் பதிக்கவேண்டும். பதிக்கவேண்டிய மின்னழுத்த இடத்திலிருந்து குழலினுள்ளே எலக்டரான் கற்றையின் பக்கங்களில் அமைந்துள்ள மின் விசையேற்றியின் தகடுகளோடு இணைக்கவேண்டும். எதிர்முனைச் செறிவுடைய எலக்டரான் கற்றை நேர்முனைச் செறிவுடைய தகட்டை நோக்கித் திரும்புகிறது. இதனால் மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் எத்துணைக் குறுகிய காலத்தில் நிகழினும் இதைக்கொண்டு அளவிட இயலும். ஆனால் கண்ணி எதிர்முனைக் கற்றை அதிர்வுபதிவுக் கருவியினை வினைமின்னைப் பதிக்க நேரடியாகப் பயன்படுத்த இயலாது. ஏனெனில் இவை மிகக் கூருணர்வுடையன அல்ல. எனவே அதிர்வுப் பதிவியினுள் செலுத்தப்படும் மின் பெருக்கப்பட வேண்டும். இதற்கு எதிர்முனை வால்வு பெருக்கிகள் துணைசெய்கின்றன.

தூண்டப்பட்ட திசுப்பகுதி சிறிது காலத்திற்கு ஓய்வு நிலையிலுள்ள ஒரு பகுதியினைக் காட்டிலும் எதிர்மின்னழுத்தமுடையதாக விருக்கின்றன என முன்பே கூறியுள்ளோம். மின்னோட்டத்தின் ஒரு முனை ஊறடையாப் பகுதியிலும் முதல் மின்னோட்டத்தருகே கிளரலை கடந்து செல்லும்பொழுது, இரு மின் தண்டுகளுக்குமிடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு சிறிது குறைகிறது. பதிவுகருவி ஓய்வு மின்னிலிருந்து மாறுபட்ட திசையில் விரைவான மாற்றத்தைப் பதித்திடும் ஊறடைந்த பகுதியை அடையும் கிளரலை அங்கே அழிந்துவிடுவதால் மின்னிழையில் எவ்வகை மாற்றமும் ஏற்படுத்துவதில்லை. இந் நிலையில் வினைமின் ஒருமுக அலையினைக் கொண்டிருக்கும். (படம் 208; அ).

நீள்பரப்பின்மீதே அதாவது ஊறடையாத பகுதியின்மீதே இருமின் தண்டுகளும் பொருத்தப்பட்டிருந்தால் வினைமின் இருமுகங்கொண்டதாக இருக்கும் (படம் 208 அ). ஏனெனில் மின்னழுத்த அளவையுடன் இணைக்கப்பட்ட மின்தண்டுகளுக்

கருகேயுள்ள திசுப்பகுதிகள் ஒரேநேரத்தில் கிளர்ச்சியினுல் பாதிக்கப்படுவதில்லே. ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் பரவும் கிளர்ச்சி முதல் மின்தண்டையடைந்து அங்கு எதிர்மின்னழுத்தத்தை உருவாக்குகிறது. பதிவுகருவி ஒரு திசையில் அலேயினேக் காட்டுகிறது. கிளர்ச்சி முதல் மின்தண்டினேக் கடந்து, இரண்டாவது மின்தண்டினே அடையும்போது நொடி நேரத் திசை மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இதனுல் மற்ருெரு அலே எதிர்த் திசையில் பதிக்கப்படுகிறது (படம் 1ஐப் பார்க்க).

முதுகெலும்பினங்களின் என்புத்தசைகளின் வினேமின்னின் ஒருமுக அலே விஞடியில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு காலத்திற்கே நீடிக்கிறது. தவளேயின் தசைகளின் வினேமின் 0·003—0·004 விஞடி



படம் 208

இடது ஓரலே வலது ஈரலே செயல் மின்சாரம்
தவளேயின் பின் தொடை நரம்பிலிருந்து எதிர் கொடி கற்றை ஊசல் பதிவியால் பதிப்பிக்கப்பட்டது.

யும் மாருவெப்பமுடை விலங்குகளின் தசைகள் 0·002—0·003 விஞடியும் நீடிக்கிறது. நரம்பில் விரைவாகக் கிளர்ச்சி கடத்தப்படின் வினேமின்னின் காலமும் குறைவாகவேயிருக்கும்.

தசையில் நிகழும் மின்மாற்றங்களுக்கும் பொறியியல் மாற்றங்களுக்கும் உள்ள தொடர்பு (Correlation between electric and mechanical changes in muscle): தசைச் சுருக்கத்தையும், வினேமின்னேயும் ஒன்ருகப் பதித்தபோது வினேமின்னின் அலே உயர்தல் தசைச்சுருக்கத்திற்கு முன்னர் நடைபெறுகிறதெனத் தெரிகிறது. தவளேயின் வினேமின்னேயும் பருமன் வளேகோட்டினேயும் ஒன்ருகப் பதித்து இதனேச் செய்து காட்டினுர்கள்.

துணேச் சுருக்கத்தினே (பக்கம் 274-5) அடிப்படையாகக் கொண்ட மற்ருெரு எளிய செய்முறையால் இதை விளக்கலாம். ஒரு தசை நரப்பத் தொகுப்பின் நரப்பினேத் தவளேயின் இதயத்

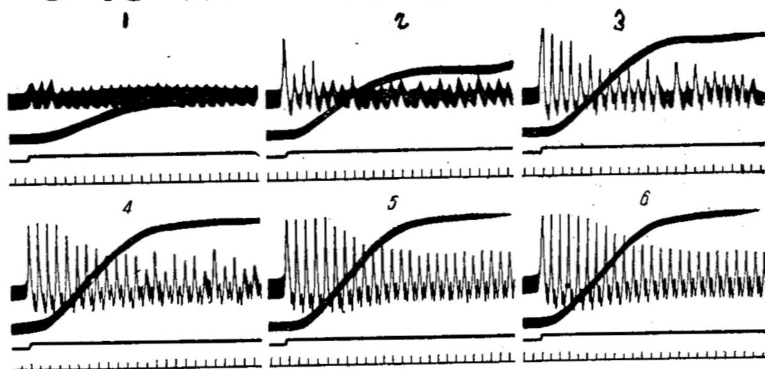
தின்மீது அதன்கீழறையின் முனையிலும் அடிப்புறத்திலும் படும்படி செய்திடுவோமெனின் இத்தொகுப்பு ஒவ்வொரு இதயச் சுருக்கத்தின்போதும் சுருங்குவதைக் காணலாம். இவ்விடத்தே கீழறை சுருங்குமுன் ஏற்படும் வினைமின்னால் இந்நரம்பு தூண்டப் படுகிறது. இதயத்தசையின் உள்ளார்ந்த காலம் மிகுதியாக விருப்பதால் ஒவ்வொரு முறையும் கீழறையின் சுருக்கத்திற்கு முன் தசையின் சுருக்கம் நிகழ்கிறது.

எதிர்முனைக் கதிர் அதிர்வு பதிவியின் துணைக்கொண்டு நாம் பெற்றுள்ள உண்மைகளிலிருந்து தசையின் வினைமின்னின் ஒருமுக அலையில் இரு பகுதிகள் இருக்கின்றன என அறிகிறோம். 0·003 விநாடி நீடிக்கும் வினைமின்னின் ஏறுபகுதி தசைச் சுருக்கத் திற்கு முன்னர் நிகழ்கிறது. 0·05—0·07 விநாடி நீடிக்கும் இறங்கு பகுதித் தசைச் சுருக்கம் நிகழும் பொழுது நடைபெறுகிறது. இதிலிருந்து வினைமின்னின் தொடக்கப்பகுதி சுருங்கும் முறை யைக் குறிக்கவில்லையென்றும், சுருக்கத்திற்கு முன்னர் நிகழும் கிளர்ச்சி நிலையே குறிக்கிறதென்றும் அறிகிறோம்.

மின் மாறுதல்களுக்கும் பொறிசார் மாற்றங்களுக்குமிடையே உள்ள வேறுபாட்டினைத் தசைவற்பில் தெளிவாகக் காணலாம். ஒரு தசையினை அடுத்தடுத்து நேர்முகமாகவோ மறைமுக மாகவோ தூண்டினால் அத்தசையில் ஏற்படும் பொறிசார் மாற்றங்கள் தொடர்நிலையுடையதாகவே இருக்கும் (பிரிவு 47). ஆனால் தசையின் வினைமின் ஒன்றோடொன்று இணையாது தனித் தனி அலைகளாகவே காணப்படுகிறது. ஒவ்வொரு தூண்டு தலாலும் மிக விரைவான முறையில் ஆனால் எளிதில் மாறிக் கொள்ளத் தக்கமுறையில் தசை செயல்படுகிறதெனத் தெரி கிறது. இச்செயலினை வினைமின் உருவாக்குகிறது. இவ்வினைமின் செயலே இதன் பின்னர் நிகழும் சிக்கலான நீடித்த பொறிசார் மாற்றங்களுக்கு அடிப்படையாகும் (படம் 209). தவளையின் பின்தொடை நரம்பினை வலிவாகத் தூண்டியபொழுது ஏற்பட்ட குதிக்கால் தசையின் சுருக்கமும் வினைமின்னும்.

அணுக்க மின்னால் தூண்டியபோது எடுத்த ஒளிப்பதிவேடுகள் ஒவ்வொரு பதிவேடும் மேலிருந்து கீழாக முறையே தசையியக்க மின்பதிவு, தசைப் பொறியியக்கப் பதிவு தூண்டப்பட்ட இடத்தைக் குறிக்கும்கோடு காலத்தைக் குறிக்கும்கோடு முதலிய வற்றை அடக்கியுள்ளது. விநாடிக்கு 100 முறை தூண்டப் பெற்றது. மிக வலிவாகத் தூண்டும்பொழுது வினைமின்னின் வீச்சு உயர்ந்துவிடுகிறது. தசைச் சுருக்க வளைகோடு உயர்ந்து விடுகிறது. இதனை 6வது படத்தில் காணலாம். இது குறுமட்டத்தைவிட 6 செ.மீ. மிகுதியாகத் தூண்டப்பட்டது (தெலோவினைப்பின் பற்றியது).

அடுத்து தூண்டுவதைக் குறைத்துக் கொண்டால் ஒவ்வொரு தூண்டுதலுக்கும் தனித்தனியான வினைமின்னைக் காணலாம். ஆனால் தூண்டுதல் மிக நெருக்கமாகத் தரப்பட்டால் (சான்றாக வினாடிக்கு 300 முறை) வினைமின்னின் அடுக்கு குறைந்துவிடுகிறது. மேலும் ஒழுங்கற்றதாகிவிடுகிறது. இவ்வாறு விட்டுவிட்டு வரும்



படம் 209

பின்தொடை நரம்பை மிகையாகத் தூண்டியதால், தவளையின் பின்கால் தசையில் உருவான சுருக்கும், செயல் மின்னோட்டங்களும். தூண்டு மின் வலியைக் கொண்டு தூண்டியதால் உருவான, தொடர்ந்த பதிவுகள். கருநிலைக்குமேல் முறையே 1, 2, 3, 4, 5, 6 செ.மீ. தூண்டு வலி.

ஒவ்வொரு ஒளிப்படப் பதிவும் (மேலிருந்து கீழாக) தசையின் பதிவு, தசைச் சுருக்குப் பதிவு, தூண்டுதல் தொடக்க அடையாளக்கோடு இறுதியாகக் காலத்தையும் (0·01 நொடி) காட்டுகின்றன. தூண்டுதல் விரைவு - ஒரு நொடிக்கு 100 மிகைத் தூண்டுதலில் செயல் மின் அலை அளவும், தசைச் சுருக்கப் பதிவும் உயருகின்றன. கருநிலைக்குமேல் 6 செ.மீ. தூண்டப்படும்பொழுது அவை உச்சநிலை அடைகின்றன.

வினை மின்னின் இயல்பு ஒவ்வொரு தூண்டுதலுக்குப் பின்னர் நிகழும் கிளரா நிலையுடன் தொடர்புடையதாகும். (இதையே முழுமையான செயலுறுநிலை என அழைப்பர்.) இந்நிலை ஒவ்வொரு கிளரலையையும் பிரிக்கிறது.



படம் 210

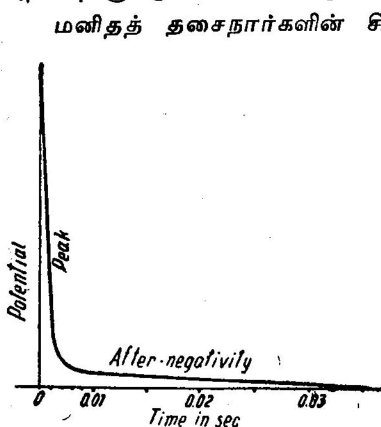
முன்கையை மடக்குவதால் இருதலைத் தசையில் தோன்றும் செயல் மின்னோட்டம்.

மேற்கோடு காலத்தை நொடியில் 5-ல், பகுதியாகக் குறிக்கின்றது.

தசைவற்பியல்புண்டைய மனிதத் தசைச் சுருக்கத்திலும் வினை மின் இத்தகைய விட்டுவிட்டு வரும் தன்மையுடையதாக இருக்கிறது. எவ்வளவு குறுகிய காலத்தில் நடைபெறும் மனித இயக்கமாயினும் சரி ஒரு தனிவினை மின்னுடன் கூடிய தசைச் சுருக்கமாக நிகழாது ஒரு வினைமின் தொடராகவே நடைபெறுகிறது.

மனிதத் தசையின் வினைமின்னைத் தொலைபேசியின் உதவியால் கேட்டறிந்தவர் வெடன்சுகி என்பவரே (1884). 30 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் மற்ற ஆய்வாளர்கள் நாண்-மின்னளவையைப் பயன்படுத்தி இதனைப் பதிவு செய்தனர். சிறுசிறு அதிர்வுகளால் ஆன அலைகளில் 50 மடங்கு ஆகத் தசைச் சுருக்கத்தின் மின் பதிவேடு காட்டுகிறது (படம் 210). தனித்தனி தசைநார்த் தொகுதிகள் ஒரே நேரத்தில் சுருங்குவதில்லையென்பதே சிறுசிறு அதிர்வுகளுக்குக் காரணமாகும்.

மனிதத் தசைநார்களின் சிறு தொகுதியின் வினைமின்னை ஆய்ந்தபோது ஒவ்வொரு தசைநாரிலும் கிளர்ச்சி அலை வினாடிக்கு 3 அல்லது 5லிருந்து 50 அல்லது 70 முறை செல்கிறதென்னும் இவ்வடிப்படையிலேயே வலிவான தூண்டுதலின்போது வினைமின் உயர்கிறது. வலிவற்ற விறைப்பிலுள்ள தசையில் இயக்கக் கூறுகள் தசைநார்த் தொகுதிகள் ஒரே நேரத்தில் சுருங்குவதில்லை. இவற்றில் பாயும் கிளரலைகளின் அடுக்கு குறைவாக இருப்பதால் இத் தசைநார்கள் முழுமையான தசைவற்பினை ஏற்படுத்தாது. முழுமையற்ற தசைவற்பினை ஏற்படுத்துகின்றன. எனினும், தசை முழுமையாகச் செயல்படும்பொழுது தனித் தனியான தசைநார்களின் சுருக்கம் தொடரான சுருக்கமாக மாறிவிடுகிறது. வலிவான சுருக்கத்தின்போது செயல்படும் இயக்கக் கூறுகள் மிகுந்தும் அவற்றில் பாயும் கிளரலைகள் மிகுந்தும் இருப்பதால் மிகுதியான தசைநார்கள் ஒரே காலத்தில் சுருங்குகின்றன.



படம் 211

தவளையின் பின்தொடை நரம்பிழைகளில் தோன்றும் உச்ச அழுத்தத்திற்கும், பின் எதிர்தலை மின்னோட்டத்திற்கும் இடையேயான உறவு.

Peak - உச்சம்
Potential - அழுத்தம்
After negativity - பின் எதிர்தலை
Time in Second - காலம் நொடிகளில்

பின்மின்னழுத்தம் (Electric after - Potentials) : மேற் கூறப் பட்ட வினைமின் தசையின் மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் நொடி நேர்மாற்றமேயாகும். தசையில் பொறிசார் சுருக்கம் உருவாகும் முன்னரே வினைமின்னலையின் ஏறுபகுதி முடிவுற்று விடுகிறது. நரம்பில் இப் பகுதி இன்னும் குறுகிய காலமுடையது. [ஏறத் தாழ 0·001 விநாடியே நீடிக்கிறது.] ஆனால் உயிர் மின்னோட் டத்தை யறியப் பயன்படும் மின்பெருக்குக் கருவிகளைக் கொண்டு செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து மேற்கூறிய வினைமின் கிளர் தன்மை யுடைய திசுவின் மின்னழுத்தத்தில் தொடக்க நிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்களைமட்டுமே காணுகிறோம் எனத் தெரிகிறது. இத் தொடக்கநிலை மிகு வோல்ட்டுடைய வினை மாற்றத்தைத் தொடர்ந்து குறை வோல்ட்டுடைய எதிர் மின் மின்னழுத்தம் விநாடியின் நூற்றுக் கூறுகளில் நீடிக்கிறது (படம் 211).

புதிதாகத் தனித்திட்ட நரம்பின் எதிர் மின்னழுத்தம் திரை தொடக்க நிலை முகப்பில் 0·01 பங்கினைவிட மிகுந்திராது. நரம்பில் இம் மின்னழுத்தம் 0·02 — 0·03 விநாடியில் மறை கிறது. தசையில் 0·05 — 0·07 விநாடியில் மறைகிறது. வெராடிரைன் (Veratrine), சுண்ணகம் (Calcium), பேரிய உப்புக்கள் (Barium Salts) போன்றவைகளைச் செலுத்தும்போது இம்மின்னழுத்தத்தைப் பன்மடங்கு மிகுவித்து இதன் காலத்தை யும் நீட்டித்துவிடுகின்றன. இதற்கு மாறாகத் தூக்கமருந்துகளும், வெடியுப்புக்களும் முகப்பினை மாற்றிடாத அளவுக்கு, மிகக் குறை வான அடர்த்தியில் செலுத்தினாலும் எதிர் பின் மின்னழுத் தத்தைக் குறைத்து விடுகின்றன.

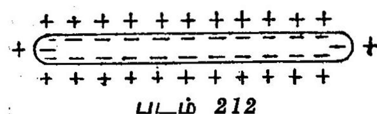
உயிரியம் வழங்கப் பெறாத தசையில் எதிர் பின் மின்னழுத் தம் (Negative after Potential) காணப்படுவதில்லை. வெராடிரை னால் நஞ்சூட்டியபோது இது மிக உயர்ந்துவிடுகிறது. இவ்வெதிர் பின் மின்னழுத்தமும் உயிரியத் தேவையும் கொண்டுள்ள தொடர்பால், இம்மின்னழுத்தம் தசை தன்னிலையடையும் பொழுது ஏற்படும் மாற்றங்களோடு தொடர்புடையதெனக் காட்டுகிறது. இதற்குமாறாகக் கிளர்ச்சியின் பரவுதலில் பெரும் பங்கினை வினைமின்னே ஏற்கிறது எனக் கூறுகின்றனர்.

இவ்வெதிர் பின் மின்னழுத்தத்தைத் தொடர்ந்து நேர் பின் விளைவு நடைபெறுகிறது. இது எதிர் மின்னழுத்தைவிட வீச்சில் குறைந்ததாகும். ஆனால் மிகுந்த காலம் நீடிக்கும் ஒன்றாகும். நரம்பினை இலயமாகத் தூண்டியபின்னர் நேர் பின் விளைவு மிகுந்து காணப்படுகிறது.

எதிர் பின் மின்னழுத்தத்துடன் கிளர்திறன் மிகுந்து காணப் படுகிறதென்றும் நேர் பின் விளைவுடன் கிளர்திறன் குறைந்து காணப்படுகிறதென்றும் தெரிய வருகிறது.

ஓய்வு மின் வினைமின்னின் தோற்றங்கள் (The Origin of currents of rest and of action currents) : விலங்கின் திசுக்களில் மின்னழுத்த வேறுபாடு ஏற்படுவதற்கு வளர்சிதை மாற்றம் இன்றியமையாததென செகனேவ் கூறினர். இக் கருத்தைக் கொண்டு, திசுக்களின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் சில குறிப்பிட்ட அயனிகள் (சான்ருக நீரிய அயனிகள்) பல்வேறு அடர்த்தியில் காணப்படுவதே தசையிலும் நரம்பிலும் காணப்படும் மின்னியல் நிகழ்வுகளுக்குக் காரணமாகும் என சாகோவெட்சு கூறினர். இவ்வடர்த்தி வேறுபாட்டிற்கு ஊறடைந்த அல்லது தூண்டப் பட்ட திசுவில் ஏற்படும் வளர்சிதை மாற்ற வேறுபாடே காரண மாகும்.

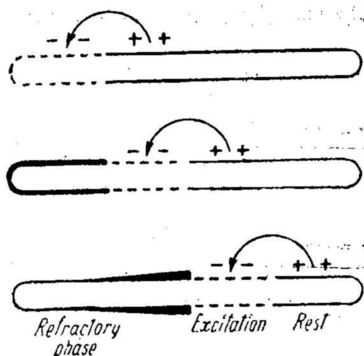
பின்னர் 'தொலிக் கொள்க' (Membrane Theory Bernstein), [பெர்ன்சுடைன் 1902] எங்கும் பரவலாயிற்று. தசை, நரம்பு ஆகியவற்றின் மேற் பரப்பில் ஒரு சிறப்பான அடுக்கு (தொலி) இருப்பதாக வும், அத்தொலி சில செயற் கைத் தொலிகளைப்போல நேர யனிகளை ஊடுருவச் செய்யும் ஆற்றலும் எதிரயனிகளைத் தடுத்து நிறுத்தும் ஆற்றலும் கொண்டது என்ற கருத்தே இக் கொள்கை யின் அடிப்படையாகும். இத் தொலியின் இரு புறங்களிலும் மின்பகு பொருள்களின் அடர்த்தி சமமாக இல்லாததால் நேர யனிகள் (சான்ருக தசைநாரினுள் மிகுதியாக இருக்கும் வெடி யுப்பு அயனிகள்) புறஊடகத்தை நோக்கிச் செல்கின்றன. ஆனல் எதிரயனிகளின் ஈர்ப்பு ஆற்றலால் இவை தொலியின் புறப்பரப்பிலேயே தங்கிவிடுகின்றன. இதனல் இத் தொலி முனைமின் நிலையடைகிறது. இதனுடைய புறப்பரப்பு நேர்முனை யுடையதாகவும் உட்பரப்பு எதிர்முனையுடையதாகவும் ஆகி விடுகிறது (படம் 212). இவ்விழை ஊறடையாத வரை இரு பரப்பிலும் மின்னழுத்தம் சமமாக இருக்கும். ஆனல் ஊறடைந்த வுடன் அதாவது இத் தொலியின் இணைப்பு குலைந்துவிடின் உள்ளிருந்து எதிரயனிகள் வெளிப் பரப்பினை யடைகின்றன. எனவே ஊறடைந்த புறப்பகுதி எதிர் மின்னழுத்தமுடையதாக மாறிவிடுகிறது.



படம் 212

ஊறடையாத நரம்பின் சம மின் நிலையைக் காட்டும் படம்.

இதுவே ஒய்வு மின்னின் தோற்றமாகும். ஆனால் கிளர்ச்சி இத் தொலியின் ஊடுருவச் செய்யும் தன்மையின் மாறுதலுடன் தொடர்புடையது. இதனால் தூண்டப் பெற்ற தொலியின் பகுதி வழியே எல்லா அயனிகளும் ஊடுருவிச் செல்கின்றன. தொலியும் முனை மின் நிலையிழப்பினைப்போலன்றி கிளர்ச்சியினால் உருவான முனை மின் நிலையிழப்பு மீண்டும் பெறத்தக்க ஒன்றாகும். இம் முனை மின் நிலையிழப்பு (Depolarized) கிளர்ச்சி யலையுடன் தொடர்ந்து பரவிச் செல்கிறது. முனை நிலையடைந்துள்ள (Polarized) பகுதிக்கும் முனை மின்னிலையடைந்த பகுதிக்குமிடையேயுள்ள எல்லைப் பகுதியில் அயனிகள் இடமாற்றம் நிகழ்வதால் புதிதாக முனைநிலையிழப்பும், முனை மின்நிலை மீட்பும் நடைபெறுகிறது (படம் 213).



படம் 213

நரம்பின் தொலியில் தூண்டப் பட்ட பகுதியில் (இப் பகுதிகள் புள்ளிக் கோட்டால் காட்டப் பட்டுள்ளன) சம மின்நிலை மாறு பட்டதைக் காட்டும் படம்.

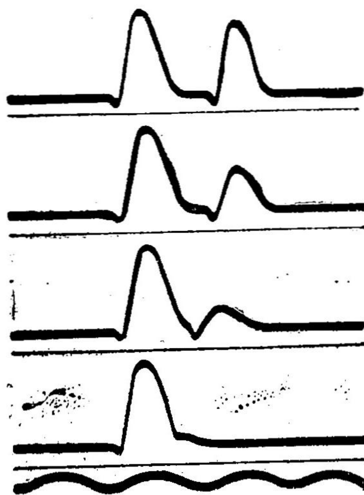
செயலறு நிலை பின் தங்க கிளர் நிலை இடதுபுறத்திலிருந்து, வலது புறமாகப் பரவுகிறது.

ஆனால் இவ்வகையான தொலியிருப்பது ஐயத்திற்கிடமானது என்பதை மனத்தில் கொள்ளவேண்டும் (நாகசோனேவ்). எனினும் அயனி அடர்த்தி வேறுபாடுகளுக்கும் பரப்பின் அடர்த்தி வேறுபாட்டிற்குமிடையே தொடர்புபடுத்திடக் காரணங்கள் பல இருக்கின்றன (படம் 213). தூண்டப்பட்ட நரம்பிழைப் பகுதியில் முனை மின் நிலையிழப்பைக் காட்டும் படம் (தொடரற்ற கோட்டில் காட்டப்பட்டுள்ளது). கிளர்ச்சி இடமிருந்து வலமாகச் செல்கிறது. அதைத் தொடர்ந்து செயலுறுநிலை ஏற்படுகிறது (இது தடித்த கோடுகளால் காட்டப்பட்டிருக்கிறது). மின்னோட்டத்தை அம்பு குறிக்கிறது.

செயலுறு நிலையும், செயல்மிகு நிலையும் (The Refractory and Exaltation Phase)

தசை, நரம்பு ஆகியவற்றில் நிகழும் மின்னிகழ்வுகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளிலிருந்து கிளர்ச்சி யென்பது இடையிடையே நின்று நின்று வரும் இலய இயக்கமெனத் தெரிகிறது. ஒவ்வொரு கிளர்ச்சியினை அடுத்து ஏற்படும் செயலுறுநிலையே நின்றுநின்று

கிளர்ச்சி உருவாதலுக்குக் காரணமாகும். ஒரு கிளரலையைத் தொடர்ந்து, புதிய வலிவுடைய தூண்டுதலுக்கு அத் திசு மறிவினை புரிவதில்லை. இக்கிளரா நிலைப் பருவத்தினை முழுமையான செயலுறுநிலை (Absolute Refractory Phase) என அழைக்கிறார்கள். இதன் பின்னர் அத்திசு படிப்படியாக இழந்த கிளர்திறனை மீண்டும் பெறுகிறது. இதனை ஒப்புச் செயலுறு நிலை (Relative Refractory Phase) என அழைக்கிறார்கள்.



படம் 214

பூனையின் ஈரல் தாங்கி நரம்பில், இரு தொடர்ந்த தூண்டுகையைக் கொண்டு தூண்டியதால் உருவான செயல் மின்னோட்டம்.

இரு தூண்டுகையின் இடைவெளி குறையக் குறைய செயல் மின்னோட்டமும் குறைந்து இறுதியில் மறைந்துவிடும். முதல் தூண்டுகையின் செயலறு நிலையிலேயே பின்னதும் தோன்றுவது தான் இதற்குக் காரணமாகும்.

கீழுள்ள வரைப்படம் காலத்தை 0·001 நொடியில் குறிக்கின்றது.

இக்கிளராப் பருவம் கிளர்ச்சி நிலையினைக் கிளரலைகள் அதைத் தொடர்ந்த வினை மின் என்ற இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கின்றன. தசையும், நரம்பும் எவ்வளவு விரைவடுக்குகளால் தூண்டப் படினும் சரி, வினைமின்னலை ஒன்றோடொன்று இணைவதில்லை. மிக விரைவான இரு தூண்டுதலின்போது வினைமின்னைப் பதிவு செய்தபோது இரு தூண்டுதலுக்கிடையே உள்ள காலம் மிகக் குறுகியிருக்கிறது. இரண்டாவது தூண்டுதலால் விளையும் வினை மின் படிப்படியாகக் குறைந்து இறுதியில் மறைந்து விடுகிறது (படம் 214).

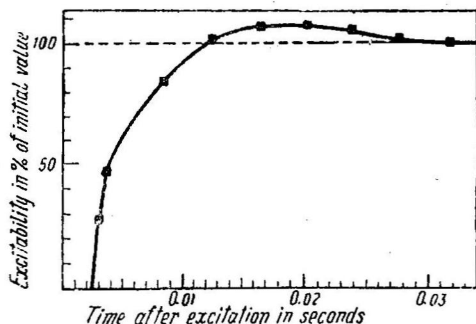
குறைவான கிளர்திறனுடைய ஒப்பு செயலுறு நிலையினைத் தொடர்ந்து மிகு கிளர்திறனுடைய நிலை ஏற்படுகிறதென வெடன்சுகி கண்டுபிடித்தார். இதனை அவர் செயல்மிகு நிலை என அழைத்தார்.

கிளர்ச்சியின் பின்னர் நிகழும் கிளர்திறன் மாற்றங்களை வரைக்கோட்டிலும் பதிக்கலாம். கிளரா நிலையினைக்கொண்ட செயலுறுக் காலம் 0.0025 விஞடி நீடிக்கிறதெனப் படம் 215 காட்டுகிறது. கிளர்ச்சி தொடங்கிய பின்னர் 0·012 விஞடியில் ஒப்புச் செயலுறுநிலை முடிவுறுகிறது. அதாவது தன்னுடைய

கிளர்நிலையை அடைய இத்துணைக் காலம் ஆகிறது. இதைத் தொடர்ந்துவரும் செயல்மிகு நிலையினைத் தொடர்ந்து சீர்நிலை 0·030 விநாடி நீடிக்கிறது.

சில இடங்களில் செயல்மிகு 0·1 விநாடி காலம்கூட நீடிக்கும் முழுமையான செயலுறுநிலையும் வேறுபடக்கூடியவையே. குறை வெப்பநிலை அயனிகளில் ஏற்படும் மாறுதல்கள், உணர்வின்மை போன்றவை ஒப்புச்செயலுறு நிலையை (Relative Refractory Phase) நீட்டிக்கும் தன்மையுடையன.

குறைவான கிளர்திறன் மட்டுமன்றி, ஒப்புச் செயலுறு நிலையில் புதிய தூண்டுதலுக்கு வலிவற்று மறிவினைப்படுவதும்



படம் 215

நரம்பை ஒருமுறை தூண்டிய பின்னர், நரம்பு - தசை அமைப்பின் கிளர்நிலை திரும்ப உருவாகுதலைக் காட்டும் படம். Excitability in % of initial value கிளர்நிலை தொடக்க அளவின் சதவீதத்தில் Time after excitation in seconds கிளர் நிலையின் பின்னர், காலம் நொடிகளில்.

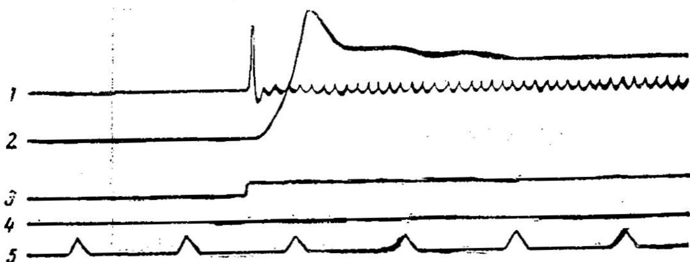
கிளர்ச்சி மெல்லக் கடத்தப்படுவதும் நிகழ்கின்றன. தூண்டுதலுக்கிடையேயுள்ள காலவெளி குறைவாக இருக்குமெனின் இம் மாறுதல்கள் நன்றாகத் தெரிகின்றன. இதற்கு மாறாக செயல்மிகு நிலையில் வலிவுடைய மறிவினையும் விரைவான கடத்தலும் காணப்படுகிறது.

மேற்கூறியன மட்டுமன்றி, ஒரு கிளர்ச்சி பாய்ந்துசென்ற பின்னர் நரம்பின் கிளர்திறனில் மேலும் பல்வேறு மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன என அண்மைக்கால ஆய்வுகள் புலப்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகச் செயல்மிகு நிலைக்குப் பின்னர் செயல்திறன் குறைந்தநிலையினை - குறைச்சீர் கிளர்திறன் காணப்படுகிறது. இவ்வாறாகத் தொடக்கநிலையினைக் கிளர்திறன் அடையுமுன் பல்வேறு ஏற்றத் தாழ்வுகளை நாம் காணுகிறோம்.

நரம்பினைவிடத் தசையில் செயலுறுநிலை நீடித்திருக்கிறது. இந்நிலை இதயத் தசையில் நீண்டிருக்கிறது. எனவே இத்தசையில்

தான் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மாறு வெப்பநிலையுடைய விலங்குகளில் நரம்பின் செயலுறுக் காலம் 0·001 விஞடியும், தசையின் செயலுறுக் காலம் 0·0025-0·0030 விஞடியும் நீடிக்கின்றன. கலப்பு நரம்பில் வெவ்வேறு நரம்பிழைகளைப் பொறுத்து இக்காலம் மாறுபடுகிறது. பொதுவாகக் கூறுமிடத்து விரைவாகக் கடத்திடும் நரம்பிழையில் முழுமையான செயலுறுக்காலம் குறைவாக இருக்கிறது எனலாம்.

செயல்மிகு நிலையில் தனிச்சிறப்புடைய நிகழ்வு ஒன்று காணப்படுகிறது. 1886-இல் முதன்முதலில் இதைக் கண்டுபிடித்த வெடன்சுகி இதற்குத் தசைவற்பு ஒற்றைச் சுரிப்பு (Single tetanized



படம் 216

நரம்பு தசை அமைப்பின் ஒரு சுரித்த சுருக்கம்.

கருநிலைக்குக் கீழாகச் சுரித்த நரம்பை மிகைத் தூண்டுகையால் தூண்டப்பட்டது. ஒரு தூண்டுகைக்கு ஒத்த செயல் மின்னோட்டத்தைத் தொடர்ந்து ஒரே அளவான தொடர்ந்த பல செயல் மின்னோட்டங்கள் தோன்றுகிறது.

மேலிருந்து கீழாக, 1. தசையின்பதிவு; 2. தசைச் சுருக்கப் பதிவு; 3. ஒரு தூண்டுதலைப் பதிவு; 4. சுரித்தலின் பதிவு; 5. காலப் பதிவு 0·2 விஞடிகளில்.

ஒரு விஞடிக்கு 50 அலைவுகளுள்ள கருநிலைக்குக் கீழான சுரித்தல் தூண்டுகையால் நரம்பு தனித்த தூண்டுகைக்கு 2 விஞடிகளுக்கு முன்னர்த் தூண்டப்பட்டது.

twitch) எனப் பெயரிட்டார். தசைநரம்பத் தொகுதியின் நரம்பின் சேய்மைப் பகுதியினைக் கீழ்க் குறுமட்டத்தசை வற்புத் தூண்டலுக்கும் அண்மைப் பகுதியினை உச்ச அணுக்க அதிர்வுத் தூண்டலுக்கும் உட்படுத்தினல் தசைச்சுரிப்பு நிகழாது, சிறுசிறு தசைவற்புச் சுருக்கங்கள் நிகழ்வதைக் காணுகிறோம் (படம் 216). இந்நிகழ்வுபற்றிய உடலியங்கு மின்னியல் ஆய்வுகள் ஒரு கிளர்ச்சி அலை சென்றபின்னர், நரம்பின் கிளர்திறன் உயர்வதால், கீழ்க் குறுமத் தூண்டுதலும் மிகு குறுமத் தூண்டலாக மாறிவிடுகிறதென்ற வெடன்சுகியின் எண்ணத்திற்குத் துணைசெய்கின்றன.

உக்டோம்சுகியின் விளக்கத்தைத் தொடர்ந்து சென்ற பத்தாண்டுகளில் இந்நிகழ்வு பலரின் கவனத்தையும் ஈர்த்துள்ளது.

தூண்டுதலின் வலிவை நரம்புக் கிளரலைகளின் அடுக்குச் சார்ந்திருத்தல்

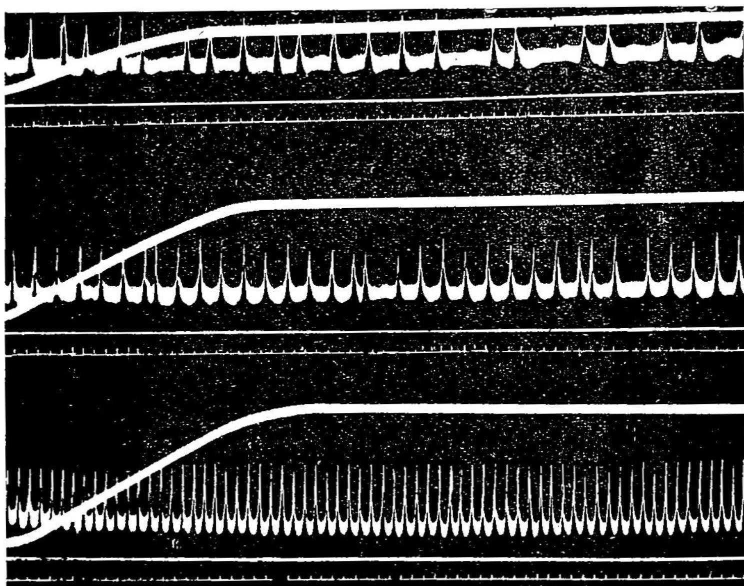
(Dependence of Frequency of Nervous Impulses on Intensity of Stimulation)

தசைச்சுருக்கத்தின் வலிவு, அத்தசைக்கு வரும் கிளரலைகளின் அடுக்கினைப் பொறுத்து இருக்கிறதென முன்னர்க் கூறினோம். இதனை ஒரு குறிப்பிட்ட தசைநார்த் தொகுதியையும் அதற்குரிய நரம்பினையுமுடைய இயக்கக்கூறினைத் தூண்டும்பொழுது நாம் காணலாம். தசைநரம்புத் தொகுப்பிலுள்ள இந் நரம்புகளாகப் பிரித்துப் பின்னர் இழைகளாகப் பிரித்து ஒரு தசைநாருக்குரிய நரம்பிழையை மட்டும் விட்டுவிட்டு மற்றவற்றை வெட்டிவிட வேண்டும். பின்னர், நரம்பு பிரியுமிடத்திற்குமுன் அந் நரம்பைத் தூண்டினால் தசையுடன் இணைந்துள்ள ஒரு நரம்பிழை வழியாகச் சென்று அத் தசையினை இயங்கச்செய்கிறது.

குறுமட்டத்திலிருந்து சீர் உச்சநிலைவரை தூண்டுதலின் வலிவை உயர்த்தி, ஆனால் அதேநேரத்தில் அதனுடைய அடுக்கை மாற்றாது அத் தசையின் தசைச்சுருக்கத்தையும் வினைமின்னையும் ஒன்றாகப் பதியவைத்தபோது படம் 217-ல் காட்டிய வரைபடம் கிடைக்கிறது. வினாடிக்கு 100 முறை தூண்டியபோது 30 கிளரலைகளே உருவாகின்றன. (குறுமட்டத்திற்கு 10 மி.மீ. மேலாகச் செலுத்தியபோது) வினாடிக்கு 50 கிளரலைகள் உருவாயின. தசைவற்பும் மிகுதியாக இருக்கிறது. இறுதியாக மிக வலிவான தூண்டுதலைச் (குறுமட்டத்திற்கு 50 மி. மீ மேலாக) செலுத்திய போது கிளரலைகளின் அடுக்கு (இப்பொழுது வினாடிக்கு 100-க்கு மேல்) தூண்டுதலின் அடுக்கோடு சமமாக இருக்கிறது. மேலும் தசைவற்பும் உச்சநிலையடைகிறது. கிளரலைகளின் வலிவினைக் காட்டும் வினைமின்னின் வீச்சில் எவ்வகையான மாற்றமும் ஏற்படுவதில்லை.

குறுமட்டத்திற்கு மேலாக 5 மி.மீ, 10 மி.மீ, 50 மி.மீ. அணுக்க மின்னதிர்வால் ஒரு நரம்பினைத் தூண்டியபோது நிகழ்ந்த தசைவற்புத் தூண்டலின் அடுக்கு வினாடிக்கு 100 ஆகும். ஒவ்வொரு ஒளிப்பதிவேட்டிலும் மேலிருந்து கீழாக வினைமின்னலை, தசைச் சுருக்க வளைகோடு, தூண்டுதல் குறிக்கோடு, காலம் குறிக்கும் கோடு முதலியன அடங்கியுள்ளன.

வலிவான தூண்டுதலால் கிளரலை அடுக்கு மிகுவதற்கான நுட்பத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம். வலிவு குறைந்த தூண்டுதல்களைத் தொடராகச் செலுத்தியபோது, ஒவ்வொரு புதிய தூண்டுதலும், முதலில் சென்ற கிளரலையால் குறைக்கப் பட்ட கிளர்திறன் மீண்டும் தன்னிலையடைந்த பின்னரே மற்றொரு



படம் 217

தூண்டு மின்விசையின் கருநிலைக்குமேல் 5 மி.மீ. (மேல் ஒளிப்பதிவு) 10 மி. மீ. (இடைப்பதிவு) 50 மி. மீ. (கீழ்ப்பதிவு) ஆகிய மின் வலிகளைக் கொண்டு ஒரு நரம்பைத் தூண்டியதால் உருவான சுரித்தல்கள். தூண்டுதல் அலைவு ஒரு விஞடிக்கு 100. ஒவ்வொரு ஒளிப்பதிவும் மேலிருந்து கீழாகச் செயல் மின்னோட்டப் பதிவையும், தசைச் சுருக்கப் பதிவையும் அடையாளக் கோட்டையும், நொடியில் 100-ல் 1 பகுதி யாகக்குறிக்கும் காலப் பதிவையும் காட்டுகின்றன (இடிலோவைப் பின் பற்றி).

கிளரலையை உருவாக்கிட முடியும். செயலுறு நிலையில் தோன்றும் வலிவற்ற தூண்டுதல்கள் கிளர்திறனின் குறுமட்டத்தைவிடக் குறைவாக இருப்பதால் கிளர்ச்சியை உருவாக்க இயலாது போகிறது. செயலுறு நிலையின்போது தூண்டிடும் ஆற்றலுடைய புதிய தூண்டுதலைச் செலுத்திஞல் திசு தூண்டப்படும் அடுக்கினைப் போலவே கிளரலையும் உருவாகிறது.

தசைச்சுருக்கத்தின் தரம் கிளரலையின் அடுக்கினைப் பொறுத்திருக்கிறது. தசையின் மொத்தச் சுருக்கத்தின்தரம் அத்தசையில் செயல்படும் இயக்கக்கூறுகளைப் பொறுத்துமிருக்கிறது.

ஒற்றைத்தூண்டுதலால் ஒரு நரம்பிழையைத் தூண்டும் பொழுது செலுத்தப்படும் மின்னின் வலிவு எத்தகையதாயினும்



வெடன்சுகி (Wedensky)

தசைச்சுருக்கத்தின் வலிவு மாறுதிருக்கிறது. குறுமட்டத்திற்கு மேலான தூண்டுதலுக்கேற்ப இதயத்தசைகள் ஒரேவலிவுடைய சுருக்கமேயடைகின்றன. குறுமட்டத்திற்குக் கீழான தூண்டுதல் செலுத்தப்பட்டால் மறிவினைப் படுவதேயில்லை என முன்பே கூறியுள்ளோம்.

இவ் வுண்மைகளைக் கொண்டு முழுமை அல்லது இன்மை என்ற விதி உண்டாயிற்று. இவ் விதியின்படி, கிளர்தன்மையுடைய திசு ஒன்று குறுமட்டத்திற்கு மேலான தூண்டுதலுக்கு முழுமையாக மறிவினைப்படுகிறதென்றும், குறுமட்டத்திற்குக்

கீழான தூண்டுதலுக்கு மறிவினைப்படுவதேயில்லை யென்றும் ஆகிறது.

சில ஆய்வாளர்கள் (ஹண்ட், வெர்வோன் போன்றோர்) இவ் விதி அனைத்திற்கும் பொருந்தும் விதியென்றும் எல்லாக் கிளர் தன்மையுடைய திசுக்களும் இவ்விதிப்படியே இயங்குகிறதெனவும் கருதினார்கள்.

ஒற்றை நரம்பிழையில் ஒற்றைத்தூண்டுதலின்போது பரவிடும் கிளரலையே தூண்டுதல் விளைவெனச் செய்முறை உண்மைகள் காட்டுகின்றன. எனினும் குறுமட்டத்தினின்றும் குறைவான தூண்டுதல் பரவாத மின்னழுத்த மாறுதலை ஏற்படுத்துகிறது. எனவே குறுமட்டத்திற்குக் கீழான தூண்டுதல் மாற்றம் எதுவும் விளைவிக்கவில்லை எனக்கூறல் பொருந்தாது. மேலும் 'முழுமை' எனக் கூறுவதும் மாறா ஒன்றன்று. நரம் பிழையின் பணிநிலையுடன் இதுவும் மாறுபடுகிறது. இவ்வாறு முழுமை அல்லது இன்மை என்ற விதி உண்மைக்கும் புறம்பான தாகும்.

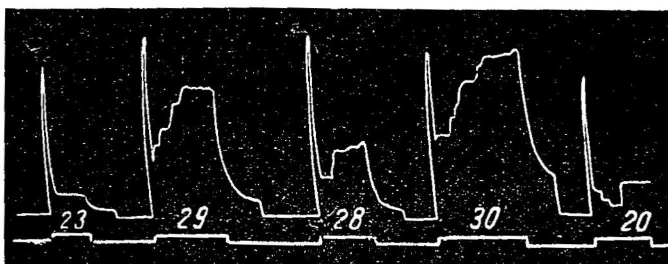
மேலும், முதுகெலும்பற்றவையின் நரம்பிழைகளில் தூண்டுதல் வலிவைப்பொறுத்தே கிளரலையின் வலிவிருக்கிறதென, கன், உகிடோம்சுகி போன்றோரின் ஆய்வுகள் புலப்படுத்துகின்றன. இதுபோன்றே நேர்முகத் தூண்டுதலுக்கும் தசைச்சுருக்கத்தின் வலிமைக்கும் உள்ள சார்புநிலையைத் தூண்டுதல் செலுத்திய இடத்தில் காண்கிறோம். எனவே நரம்புக் கிளரலையின் வலிவிற்கும் தூண்டுதல் வலிவிற்குமிடையேயுள்ள சார்பற்றநிலைக்கு, படி மலர்ச்சியின்போது முதுகெலும்பினங்கள் பெறும் கொழும உறையுடைய நரம்புகளே காரணமாகும்.

பொதுவாக ஓர் உயிரினத்தின் அக, புற ஏற்பிகளின்மீது செயல்படும் தூண்டுகைகள் ஒரு கிளரலையல்லாத, தொடர்ந்த பல கிளரலைகளை உருவாக்குகின்றன. பல நரம்பு வலிவுடைய தூண்டுகையால் தூண்டுவதன்மூலம் சேர்க்கக் கிளரலைகளின் அடுக்கினை மிகுதிப்படுத்த இயலும் (கிளரலையின் வலிவு ஒரே நிலையில் இருந்தபோதிலும்).

செயல்குன்றியநிலைக் கொள்கைகள்
(The Theory of the Parabiosis)

கிளர்ச்சியின் ஒவ்வொரு அலையினைத் தொடர்ந்து ஏற்படும் செயலுறுநிலையால் கிளர்தன்மையுடைய ஒரு திசு ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட கிளரலைகளையே உருவாக்கிடவியலும். ஒரு திசுவின் முழுமையான செயலுறுநிலை 0·002 விநாடி நீடிக்கு மெனின் அத் திசுவால் விநாடிக்கு 500 கிளரலைகளுக்குமேல்

உருவாக்க இயலாது. இன்னும் மிகுதியான அடுக்கால் தூண்டினால் ஒவ்வொரு தூண்டுகையும் திசுவின் செயலுறுநிலையில் சென்று வினைப்படுவதால் கிளரலையின் அடுக்கு, தூண்டுதலின் அடுக்கை விடக் குறைவாக இருக்கிறது. இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு வெடன்சுகி 'பனிநிலை'க் கொள்கையினை உருவாக்கினார். ஒரு திசுவின் செயல்படும் தூண்டுதல்களுக்கு இணையாக ஒருவினாடியில் அத் திசு உருவாக்கும் கிளரலையின் உச்ச எண்ணிக்கையே ஆகும். மாறு வெப்பமுடைய விலங்குகளின் நரம்பில் இவ்வெண்ணிக்கை 500 ஆகும். மாறா வெப்பமுடைய விலங்குகளின் நரம்பில் எண்ணிக்கை 1000 ஆகும். நேர்முகமாகத் தூண்டப்படும் என்புத் தசைகளில் இதன் எண்ணிக்கை சற்றுக் குறைவாக இருக்கும். தசையில் முடிவுறும் நரம்புநுனியில் இதன் எண்ணிக்கை இன்னும் குறைவாக இருக்கிறது.



படம் 218

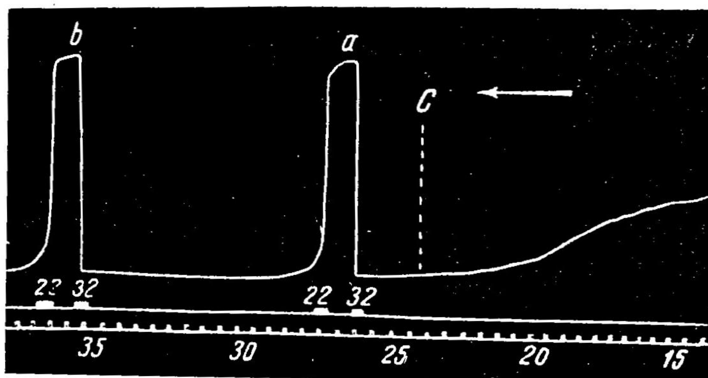
முரண்பட்டநிலை

நரம்பின் ஒரு பகுதி கோகேனில் தோய்த்து, 43 நிமிடங்களுக்குப் பின்னர், தவளை நரம்பு - தசை அமைப்பில் செயலிழப்பு உருவாகும் நிலையில், வலிவுற்ற தூண்டுகை வேகமாக மறையும் சுருக்கங்களை உருவாக்க, அதேபோழ்து மெலிந்த தூண்டுகை நீண்டநேர சுரித்த சுருக்கங்களை உருவாக்குகின்றன (வெடன்சுகியைப் பின்பற்றி).

தூக்க மருந்துகள், உப்புநீர்கள் வலிவுடைய மின்னோட்டம் வெப்பப் பொறிய அழுத்தம் முதலியவற்றால் நரம்பின் வழியே பாயும் கிளரலையினை மாறுபடுத்திச் செய்த ஆய்வுகளில் அந் நரம்பின் தூண்டுகை குறைவாக இருப்பதை வெடன்சுகி கண்டு பிடித்தார். தசைக்கும் தூண்டப்பட்ட இடத்திற்குமிடையே யுள்ள மாறுபாடடைந்த பகுதியின் வழியே கிளரலைசெல்லும் பொழுது சில சிறப்பியல்புகளைக் காண்கிறோம். வலிவுடைய மின் தூண்டுதலுக்கும் வலிவற்ற மின்தூண்டலுக்கு மிடையேயுள்ள வேறுபாடு முதலில் மறைகிறது. இதனைச் 'சமப்படுநிலை' என்பர். மேற்கொண்டு தசையில் ஏற்படும் மாற்றங்களால்

வலிவுடைய தூண்டுதல் தசைச்சுருக்கத்தை ஏற்படுத்துவதில்லை. அவ்வாறே ஏற்படினும் அச் சுருக்கம் வலிவற்ற ஒன்ருக இருக்கிறது. ஆனுல், வலிவற்ற தூண்டுதல் தசைவற்பினை ஏற்படுத்துகிறது. இதனை முரண்பாடுநிலையென வழங்குகிருர்கள் (படம் 218). பின்னர் இந் நரம்பு, வலிவுடைய தூண்டுதலுக்கு மட்டுமேயன்றி வலிவற்ற தூண்டுதலுக்கு மறிவினைப்படுத்துவதில்லை. அதாவது கடத்தாநிலை ஏற்பட்டுவிடுகிறது. இதனைத் தடைநிலை என்பர்.

இவ் வுண்மைகளைக் கொண்டு தடையினை விளக்கிட வெடன்சுகி கூறிய கொள்கை சிறப்புடையதாயிற்று. ஒரு நரம்பில் தூண்டுகையாகச் செயல்படும் ஒரு செயலி அதனுடைய நீடித்த



படம் 219

தூண்டுகையின் போதிய வலிவும், போதா வலிவும்.

அ. நரம்பைக் கொண்டு தூண்டிய தசையின் சுரிநிலை, நீண்டநேர வலிவுத் தூண்டுகையின்போது குறைகின்றது (C-இ). அதே தசையை வலிவு குறைந்த தூண்டுகையால் தூண்டும்போது மீண்டும் சுரிநிலை உருவாகிறது ஆ-B. அதே ஆய்வு மீண்டும் ஒருமுறை செய்யப்பட்டது. கீழ்க்கோடு காலத்தையும், மேற்கோடு மாறும் தூண்டுகையையும் குறிக்கின்றன.

தொடர்ந்த செயலால் அவ்விடத்தில் நிலையான மாருத கிளர்ச்சியினை உருவாக்குகிறது. இவ்வாறு மற்ற இடங்களுக்குப் பரவ முடியாத ஆழ்ந்த கிளர்ச்சியினை வெடன்சுகி 'செயல்குன்றிய நிலை' (Paratrosis) என அழைத்தார். இந்நிலை ஒரு திசுவில் முழுமையாக உருவாகிடும்பொழுது அத் திசு பணியியல்புக ளற்றுவிடுகிறது. ஏனெனில் மிக வலுவாகத் தூண்டிடும்பொழுது மற்றத் தூண்டுதல்களுக்குச் செயல்படாத நிலையடைகிறது.

செயல்குன்றிய நிலைக்கிளர்ச்சியின் மற்றொரு தனிச் சிறப் பென்னவெனில், நிலைத்தன்மையுடனும், தொடர்நிலையுடனும்கூட அடுத்துவரும் தூண்டுதல்களால் இன்னும் ஆழப்படும் ஆற்றலும் ஆகும். எனவே, அடுத்துவரும் தூண்டுதல்கள் வலிவுடனும் அடிக்கடி வருமாயின் அவ்விடத்தே ஏற்படும் கிளர்ச்சி மிக வலிவுடையதாக இருக்கும். மிகக் குறைவான செயல்குன்றிய நிலையுடைய இடத்தில் மிக வலிவான, அடிக்கடிவரும் தூண்டுதல் கிளர்ச்சியினை உருவாக்க இயலாது. இதுவே சமப்படுநிலைக்கும், முரண்படும் நிலைக்கும் காரணமாகும்.

இந் நிலையே முன்னர்க்கூறிய தசைநரம்புத் தொகுப்பின், வலி வுடைய மின்னல் தூண்டியபோது நிகழும் உச்சநிகழ்வுகளுக்குக் காரணமாகும் என வெடன்சுகி கூறினர். இங்கு மிகக் குறைவான செயல்குன்றிய நிலையுடைய பகுதி தசையில் இயக்கு நரம்பு முடிவுறும் இடமேயாகும். சுருக்கவிளைவு ஏற்படாததற்கு இயக்கு நரம்பின் நுனிகள் சோர்வடைவது காரணமன்று. ஏனெனில் தூண்டுதலை வலிவற்றதாக்கியபோது மீண்டும் சுருக்கம் நிகழ்கிறது.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

சென்னை

1971 ஜூலைவரை வெளியிட்ட நூல்கள்

பொருளாதாரம்

				ரூ.	காசு
*1.	பொருளாதாரம்—I	...	சி. வேலாயுதம்	... 6	50
*1-A	,, II	...	,,	... 9	00
*2.	சோவியத் பொருளாதார வளர்ச்சி	...	டாக்டர் எம். ஜே. கே. தவராஜ்	... 4	25
*3.	அமெரிக்கப் பொருளாதாரம்	...	,,	... 4	50
*4.	பொருளாதாரச் சிந்தனை வரலாறு	...	சோணசலம்	... 7	00
*5.	பன்னாட்டு வாணிபம்	...	மு. ஆரோக்கியசாமி	... 6	00
6.	புதுமைப் பொருளாதாரக் கூறுகள்	...	திருமதி. ஆர். தாமரஜாட்சி	... 12	00
7.	பொருளாதாரம் ஓர் அறிமுகம்—I	...	தி. சி. மோகன்	... 12	00
8.	,, II	...	எம்.ஏ. அபூர்வசாமி, பி.வி. ஸ்ரீநிவாசன்	... 10	75
9.	பொருளாதாரக் கோட்பாடு வளர்ந்த வரலாறு	...	க. முத்தையன்	... 7	00
*10.	பணவியலும் பாங்கியலும் — I	...	சி. வேலாயுதம்	... 6	75
*11.	,, II	...	,,	... 11	50
*12.	நவீன பாங்கு இயல்	...	க. வெற்றிவேல்	... 5	00
*13.	இந்தியச் செலாவணியும் பாங்கு முறையும்	...	பி. வி. ஸ்ரீநிவாசன்	... 5	50
*14.	அரசாங்க நிதி இயல்	...	அர. சேஷாசலம்	... 4	75
15.	இந்தியப் பொருளியல்—I	...	எம். பாலசுப்பிரமணியன்	... 10	00
16.	,, II	...	எம். லூர்துநாதன்	... 4	25
17.	நமது பொருளாதாரப் பிரச்சினை—I	...	சி. சுந்தரராஜன்	... 10	75

*மூல நூல் (Original Book)

பொருளாதாரம்—(தொடர்ச்சி)

			ரூ.	காசு
18.	நமது பொருளாதாரப் பிரச்சினை—II ...	எஸ். குழந்தைநாதன் ...	10	50
19.	இங்கிலாந்தின் பொருளாதார வரலாறு-I ...	கீ. சீ. இராமசாமி ...	6	00
20.	,, II ...	,, ...	6	00
21.	அமெரிக்காவின் நவீன பொருளாதார வளர்ச்சி	தி. சி. மோகன் ...	5	00
22.	அமெரிக்கப் பொருளாதார வரலாறு—I ...	மு. க. சுப்பிரமணியம் ...	11	00
23.	,, II ...	பி. வி. சீநிவாசன் ...	6	00
24.	,, III ...	,, ...	6	50
25.	அரசாங்க நிதியியலின் பொருளாதாரம்-I ...	மா. குமாரசாமி ...	10	00
26.	,, II ...	அர. சேஷாசலம் ...	9	50
27.	இந்தியாவின் பொருளாதார வளர்ச்சி—I ...	தே. வேலப்பன் ...	10	00
28.	,, II ...	ஜி. சிதம்பரம் ...	8	00
29.	பணம்—சிறுவிளக்கம் ...	கோ. இராதாகிருஷ்ணன் ...	10	00
30.	வணிக இயலின் தத்துவங்கள் ...	கு. ஆளுடைய பிள்ளை ...	9	50
31.	பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டில் கிரேட் பிரிட்டனில் தொழில்-வாணிகப் புரட்சி ...	சூ. ரா. கருப்பண்ணன் ...	11	00
32.	பென்ஹாம் பொருளாதாரம்—I ...	ஏ. குழந்தை ...	11	00
33.	,, II ...	எஸ். குழந்தைநாதன் ...	7	50
34.	வரவு செலவுத் திட்டம் ...	ஆர். ரங்காச்சாரி ...	6	00
35.	பண்ணுட்டுப் பொருளாதாரம்—I ...	ஏ. குழந்தை ...	7	50
36.	,, II ...	கே. எஸ். இராமசாமி ...	9	00
37.	பொருளாதார ஆய்வு நூல்—I ...	கோ. இராதாகிருஷ்ணன் ...	7	75
38.	,, II ...	,, ...	7	00
39.	வளர்ச்சியுருத நாடுகளின் அரசாங்க நிதியியல் ...	க. வெற்றிவேல் ...	4	25
40.	வளர்ச்சி குறைந்த நாடுகளின் முதலாக்கம் பற்றிய சிக்கல்கள் ...	மா. குமாரசாமி ...	5	50

41.	1939 முதல் இந்தியாவில் பணவீக்க விலைப் போக்குகள் ...	சி. சுந்தரராஜன்	...	7 50
42.	பொருளாதார வளர்ச்சிபற்றிய கட்டுரைகள்	எம். கே. சுப்பிரமணியம்	...	7 75
43.	இந்தியப் பொருளாதார வரலாறு (1857—1956)—I ...	ம. திருநாவுக்கரசு	...	7 00
44.	பொருளாதாரம்—ஓர் அறிமுகம் ...	பு. வி. சீனிவாசன்	...	6 25

வரலாறு

*45.	பிரிட்டன் வரலாறு—I ...	கி. ர. அனுமந்தன்	...	4 50
*46.	,, II ...	,,	...	3 50
*47.	,, III ...	,,	...	7 25
*48.	ஐரோப்பிய வரலாறு—I (கி.பி. 395—1500) ...	டி. வி. சொக்கப்பா	...	4 50
*49.	,, II (கி.பி. 1500 முதல்) ...	என். ஜே. ராஜகோபால்	...	5 50
50.	ஐரோப்பா—கடந்த ஐந்து நூற்றுண்டு காலச் சரித்திரம் ...	வை. விருத்தகிரீசன்	...	15 00
51.	இங்கிலாந்து வரலாறு—I ...	இரா. அண்ணுமலை	...	13 00
52.	,, II ...	பா. மாணிக்கவேலு	...	13 00
53.	,, III ...	என். ஜே. ராஜகோபால்	...	8 00
54.	,, IV ...	,,	...	8 00
55.	இங்கிலாந்தின் வரலாறு—I ...	க. த. திருநாவுக்கரசு	...	15 00
56.	,, II ...	எம். எக்ஸ். மிராண்டா	...	8 00
57.	,, III ...	,,	...	5 00
58.	இந்தியாவின் சிறப்பு வரலாறு—I ...	தி. வெ. குப்புசாமி	...	7 50
59.	,, II ...	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	...	9 00
60.	,, III ...	அ. பாண்டுரங்கன்	...	11 00
61.	கிரேக்க நாட்டு வரலாறு—I ...	சைமன் ஐ. எஸ். பாக்கியநாதன்	...	7 50
62.	,, II ...	,,	...	7 00
63.	,, III ...	பி. இராமாநுஜம் தேவதாஸ்	...	7 75

*மூல நூல் (Original Book)

வரலாறு—(தொடர்ச்சி)

			ரூ.	காசு
64.	ஆக்ஸ்ஃபோர்டின் இந்திய வரலாறு—I	தி. வெ. குப்புசாமி	8	25
65.	,, II	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	7	50
66.	,, III	க. த. திருநாவுக்கரசு	10	50
67.	முகலாயப் பேரரசு—I	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப், எம். எக்ஸ். மிராண்டா	7	50
68.	,, II	எம். எக்ஸ். மிராண்டா, பா. மாணிக்கவேலு	7	75
69.	ஆங்கில அரசியலமைப்பின் வரலாறு—I	வை. விருத்தகிரீசன்	7	50
70.	,, II	வை. விருத்தகிரீசன், இரா. அண்ணுமலை	6	75
71.	,, III	இரா. அண்ணுமலை, பா. மாணிக்கவேலு	6	50
72.	,, IV	பா. மாணிக்கவேலு	7	00
73.	ஆங்கிலேயரின் சமுதாய வரலாறு—I	சி. ஈ. இராமச்சந்திரன்	6	50
74.	,, II	சி. ஈ. இராமச்சந்திரன், இர. ஆலாலசுந்தரம்	6	75
75.	,, III	ஆர். ஆலாலசுந்தரம்	6	50
76.	இந்தியாவில் முகலாயரின் ஆட்சி—I	பா. மாணிக்கவேலு	5	00
77.	,, II	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	6	00

அரசியல்

78.	அரசியல் அமைப்புகள்	ஜே. இராமச்சந்திரன்	4	62
79.	அரசாங்கத்தின் வரலாறு	மோ. கிளாரன்சு, டி. டி. பெலிக்ஸ்	7	50
80.	இந்திய அரசியலமைப்பு	வீ. கண்ணையா	4	75
*81.	அரசியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்	டி. செல்லப்பா	8	50
82.	தற்கால அரசியல் அமைப்புகள்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	8	50
83.	பன்னாட்டு அரசியல்—I	திருமதி. நூர்ஜஹான் பாவா	16	00
84.	,, II	,,	13	25

எண்	நூல்		ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
85.	பொதுத்துறை ஆட்சி இயல்—I	...	வீ. கண்ணேயா ...	9	00
86.	,, II	...	இ. ஜெகதீசன் ...	7	25
87.	பொதுத்துறை ஆட்சியியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	...	வீ. கண்ணேயா ...	7	50
88.	,, II	...	டி. செல்லப்பா ...	7	50
89.	இந்திய அரசியலமைப்புத் திட்டம்	...	தி. வெ. குப்புசாமி, எஸ். சுப்பிரமணியம்	9	25
90.	இந்திய ஆட்சி அமைப்புமுறை வளர்ச்சி—I	...	வீ. கண்ணேயா ...	6	25
91.	,, II	...	வீ. கண்ணேயா, கி. ர. அனுமந்தன் ...	5	75
92.	,, III	...	கி. ர. அனுமந்தன் ...	7	25
*93.	மக்கள் ஆட்சி	...	க. சந்தானம் ...	4	25
94.	1919 முதல் சர்வதேச உறவுகளும் உலக அரசியலும்—I	...	என். ஜே ராஜகோபால் ...	7	75
95.	சமூக அரசியல் கொள்கையின் அடிப்படைகள்	...	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு ...	7	00
96.	அரசியலமைப்புச் சட்ட ஆய்வுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	...	பா. சூரியநாராயணன் ...	5	75
97.	,, II	...	பா. சூரியநாராயணன், கி. ர. அனுமந்தன்	6	00
98.	,, III	...	கி. ர. அனுமந்தன் ...	5	75

உளவியல்

எண்	நூல்		ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
99.	குழந்தை உளவியல்—I	...	கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி ...	8	00
100.	II	...	,, ...	7	00
101.	உட்கவர் மனம்	...	சி. ந. வைத்தீஸ்வரன் ...	7	00
102.	இளையோர் உளவியல்—I	...	தி. இரா. அரங்கராசன் ...	12	00
103.	II	...	,, ...	9	00
104.	சமூக உளவியல்	...	என். வேதமணி மானுவேல் ...	9	25
105.	பிறழ்நிலை உளவியல்	...	அ. பெசன்ட் கிரீப்பர்ராஜ் ...	11	00
106.	பித்தரின் உள்ளம்	...	,, ...	3	00

*மூல நூல் (Original Book)

			ரூ.	காசு
தத்துவம்				
*107.	குமர உள்ளம்	டாக்டர் மு. அறம்	6	25
*108.	உளநலவியல்	டாக்டர் தா. ஏ. சண்முகம்	6	00
109.	இந்து சமயத் தத்துவம்	ஞா. ராஜாபகதூர்	5	50
*110.	அறிவு ஆராய்ச்சி இயல்	ஆர். ராமானுஜாச்சாரி	3	50
*111.	மேலை நாட்டுத் தத்துவம்	ஆர். எஸ். தேசிகன்	3	50
112.	அத்துவித தத்துவம்	கோ. மோ. காந்தி	6	50
113.	ஆங்கிலேயப் பயன்வழிக் கொள்கையினர்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	5	50
114.	இந்தியத் தத்துவம்—I	வ. அ. தேவசேனபதி, பா. நா. சண்முக சுந்தரம்	3	50
115.	,, II	,,	6	00
116.	மெய்ப்பொருளியல்—ஓர் அறிமுகம்—I	சி. இராமலிங்கம்	6	00
அறவியல்				
117.	அறவியல்—ஓர் அறிமுகம்	கோ. மோ. காந்தி	8	50
அளவையியல்				
118.	அளவையியல் தொடக்க நூல்	கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி	2	50
மானிடவியல்				
*119.	மானிடவியல்	ம. சு. கோபாலகிருஷ்ணன்	4	75
120.	பண்பாட்டுக் கோலங்கள்	கி. பூ. சுப்பிரமணியம்	5	50
121.	இந்தியாவில் குடியானவர் வாழ்க்கை	எஸ். இலட்சுமி	3	50
சமூகவியல்				
122.	சமூகவியலின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகள்	ஜே. நாராயணன்	10	50

புவியியல்

No.	Title	Author	Rs.	P.
123.	ஆசியா—I	கொ. சேஷ. நரசிம்மன்	9	50
124.	,, II	,,	8	75
125.	ஐரோப்பாக் கண்டத்தின் புவியியல்	ஏ. எஸ். நாராயணன்	8	50
*126.	தென்கிழக்கு ஆசியா	ஜி. கிருஷ்ணமூர்த்தி	8	50
*127.	வட அமெரிக்கா	குமாரி இரா. அலமேலு	6	25
*128.	தென் அமெரிக்கா	எம். என். பத்மநாபன்	9	00
*129.	தென் கண்டங்கள்— ஆஸ்திரேலியா	திருமதி. எச். நியூமன்	3	00
*130.	,, —ஆஃப்பிரிக்கா	எஸ். முத்துக்கிருஷ்ணக் கரையாளர்	3	25
*131.	புவிப் புறவியல்—II	நா. அனந்தபத்மநாபன்	6	00
*132.	செய்முறைப் புவியியல்	சு. ஜெயச்சந்திரன்	5	50
*133.	மக்கட் பரப்பியல்	வி. எஸ் அனந்தபத்மநாபன்	4	75
*134.	சமுத்திரவியல்	கோ. இராமசாமி	6	50
135.	காலநிலை இயல்—I	கொ. சேஷ. நரசிம்மன்	10	00
136.	,, II	,,	5	00
*137.	காலநிலை இயல்—I	திருமதி இராதா	10	00
*138.	,, II	,,	8	00
139.	வளியியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்	கோ. இராமசாமி	11	00
*140.	புவி அமைப்பு இயல்	சி. விஸ்வநாதன்	4	75
141.	பௌதிகப் புவியியலும் புவியமைப்பியலும்	கோ. இராமசாமி	6	00
142.	சிஷோமின் வாணிகப் புவியியல்—I	எஸ். மாணிக்கம்	9	50
143.	,, II	எம். கார்த்திகேயன்	12	00
144.	,, III	சி. எஸ். நரசிம்மன்	5	75

*மூல நூல் (Original Book)

			ரூ.	காசு
புள்ளியியல்				
*145.	புள்ளியியல்-அறிமுகம்	சு. வைத்தியநாதன்	10	75
146.	புள்ளியியல் முறைகள்—I	கோ. சண்முகசுந்தரம்	10	00
147.	,, II	இராஜகோபாலன்	14	00
148.	நம்மைச் சுற்றியுள்ள பேரண்டம்	தி. வி. லட்சுமிநரசிம்மன்	6	50
உயர்கணிதம்				
*149.	ஆயத்தொலை வடிவகணிதம்	டி. கே. மாணிக்கவாசகம் பிள்ளை	4	25
*150.	வகை நுண்கணிதம்	,,	3	00
*151.	தொகை நுண்கணிதம்	தி. கோவிந்தராசன்	3	25
விலங்கியல்				
*152.	விலங்கியல்	பெ. மா. அண்ணாமலை, இரா. முருகேசன்	12	00
பௌதிகவியல்				
153.	ஒளி நூல்	ச. சம்பத்து	10	00
விஞ்ஞானம்				
*154.	வானவெளி வெற்றி	டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ்	6	00
*155.	ரேடியோ	டாக்டர் பி. திருஞானசம்பந்தம்	4	75
*156.	எக்ஸ்-கதிர்கள்	பெ. நா. அப்புசாமி, ஜே. பி. மாணிக்கம்	4	50
*157.	பாம்புகள்	பெ. மா. அண்ணாமலை	3	50
*158.	தாவரம்-வாழ்வும் வரலாறும்	டாக்டர் கு. சீனிவாசன்	8	00
*159.	கரும்பு	கு. பெரியசாமி	4	00
*160.	தாவரங்களின் வாழ்வியல்	எஸ். சுந்தரம்	6	50

மருத்துவம்

எண்	நூல்	ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
*161.	நீரிழிவு—க்ஷயரோகம்	டாக்டர் ஜி. வேங்கடசாமி, டாக்டர் ஏ. கதிரேசன்	2	50
162.	மகப்பேறும் மாதர் நோயும்	டாக்டர் (குமாரி) மணிமேகலை	8	25
*163.	பாக்டீரியா	சு. சுந்தரம்	2	50
164.	புற்றுநோய்	அ. கதிரேசன்	3	50
165.	உடலியங்கியல்—I	டாக்டர்கள் ஜி. வேங்கடசாமி, டி. சரோஜினி, எஸ். கே. துரைராஜ், ஆர். சேது	6	75
166.	,, II	,,	5	50
167.	என்புருக்கி நோய்	டாக்டர் அ. கதிரேசன்	7	25

பொறியியல்

எண்	நூல்	ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
168.	நீங்களே உங்கள் வீட்டைக் கட்டலாம்	கே. வி. கிருஷ்ணராஜ், சி. ஆர். சுப்பிரமணியம், ஆர். இராமசாமி, கே. வேணுகோபால்	8	50

கூட்டுறவு

எண்	நூல்	ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
169.	உலகக் கூட்டுறவு இயக்கம்	அ. வேல்மணி	5	50

சட்டம்

எண்	நூல்	ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
*170.	குற்றவியல் சட்டம்	எம். சண்முகசுப்பிரமணியம்	10	00

*மூல நூல் (Original Book)

			ரூ.	காசு
பொது நூல்கள்				
171.	மகாத்மா காந்தி	சரஸ்வதி தங்கையன்	3	25
172.	விவசாயப் புரட்சி	வி. கார்த்திகேயன்	8	00
*173.	சேமக் கை-நூல்	ஆ. சுப்பிரமணியம்	2	50
*174.	முற்காலச் சோழர் கலையும் சிற்பமும்	எஸ். ஆர். பாலசுப்பிரமணியம்	9	00
*175.	உணவும் ஊட்டமும்	தி. வேங்கட கிருஷ்ணய்யங்கார்	4	50
*176.	பள்ளி நிருவாக அமைப்பு—அடிப்படைக் கருத்துகள்	எஸ். சந்தானம், எஸ். ஏ. துரைசிங்	6	25
புகுமுக (P. U. C.) வகுப்புகளுக்குரியவை				
*177.	உலக வரலாறு	டி. ஆர். இராமச்சந்திரன்	4	00
*178.	பொருளாதாரம்	ஜி. சிதம்பரம்	2	75
*179.	வணிகவியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	கு. ஆளுடைய பிள்ளை	2	50
*180.	,, II	,,	2	25
*181.	பௌதிகம்	டாக்டர் பி. திருஞானசம்பந்தம், ஆர். நாகராஜன்	7	50
*182.	புகுமுக பௌதிகம்	டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ்	6	00
183.	பௌதிகம் — ஓர் அறிமுகம்	எஸ். சம்பத்	7	00
*184.	புதுமுக வகுப்புக் கணிதம்—I	கே. ராஜகோபாலன்	7	00
*185.	,, II	,,	3	00
*186.	புகுமுக வகுப்புக் கணித நூல்—I	டி. கோவிந்தராஜன், முத்துசாமி	7	00
*187.	,, II	,,	4	50
*188.	கணிதம்—ஓர் அறிமுகம்—I	ஆர். மகாதேவன்	4	75
*189.	,, II	,,	3	25
*190.	வேதியியல்	பி. டி. முனியப்பா, ஆர். முத்துலட்சுமி	7	00
*191.	புகுமுக வேதியியல்	சி. ஏ. பத்மநாபன்	5	50
*192.	விலங்கியல்	எஸ். ஆப்ரகாம்	4	00
*193.	புகுமுக விலங்கியல்	பெ. மா. அண்ணாமலை	7	25
*194.	புகுமுக வகுப்புத் தாவரவியல்	எஸ். சுந்தரம்	4	00

பட்டப் படிப்பிற்குரிய (பி.எஸ்ஸி.) நூல்கள்

(அடக்க விலைப் பதிப்புகள் - கழிவு இல்லை)

பௌதிகம் (Physics)

No.	Title	Author	Rs.	P.
*195.	எந்திரவியல்—சிறப்புப் பாடம் (Book I)	ஆர். நாகராசன்	6	25
*196.	,, (Book II)	,,	5	50
*197.	வெப்பவியல்—சிறப்புப் பாடம்	கே. நாச்சிமுத்து	5	25
*198.	செய்முறை பௌதிகம்—சிறப்புப் பாடம் (Book I)	டி. கமலக்கண்ணன், ஆர். கிருட்டிணசாமி	4	50
*199.	,, (Book II)	,,	3	25
*200.	பௌதிகம்—துணைப்பாடம்-1 (Book I)	பி. தங்கராஜன்	4	00
*201.	,, (Book II)	,,	3	00
*202.	செய்முறை பௌதிகம்—துணைப்பாடம்	கே. பாசுகரன், இரா. செயராம்	4	50
*203.	மின்னியல்-காந்தவியல்—சிறப்புப் படம் (Book I)	டி. ஏ. கருப்பண்ணன்	4	75
*204.	,, (Book II)	,,	4	50
*205.	,, (Book III)	,,	4	25
*206.	ஒளியியல்—சிறப்புப் பாடம்	டாக்டர் வி. சண்முகசுந்தரம், ,, ஆர். சபேசன்	7	75
*207.	பௌதிகம்—துணைப்பாடம் (பகுதி - 2) முதல் புத்தகம்	கா. வே. சுப்பிரமணியன்	6	00
*208.	பௌதிகம்—துணைப்பாடம் (பகுதி - 2) இரண்டாம் புத்தகம்	,,	4	50

*மூல நூல் (Original Book)

பௌதிகம்—(தொடர்ச்சி)

			ரூ.	காசு
*209.	பொது பௌதிகம்—சிறப்புப்பாடம்	... கே. பி. கந்தசாமி ...	4	50
*210.	இன்றைய பௌதிகம்—சிறப்புப் பாடம்	... எம். ஏ. தங்கராஜ் ...	6	75
*211.	ஒலி நூல்—சிறப்புப் பாடம்	... டி. முருகையன் ...	5	00
*212.	இயக்கவியல்—சிறப்புப் பாடம்	... ஆர். மகாதேவன், கே. சிவசுப்பிரமணியம், பி. ஆர். சுப்பிரமணியம் ...	7	00

வேதியியல் (Chemistry)

			ரூ.	காசு
*213.	செய்முறைக் கனிம வேதியியல்—துணைப் பாடம்	... டாக்டர் முத்துக்குமாரசுவாமி ...	2	00
*214.	செய்முறைக் கனிம வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம்	... டி. இராமலிங்கம் ...	2	25
*215.	பௌதிக வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம் (Book I)	... டி. சக்திவேலு ...	4	00
*216.	,, (Book II)	... ,, ...	3	50
*217.	கனிம வேதியியல்—துணைப்பாடம்	... சி. ஏ. பத்மநாபன் ...	6	50
*218.	கனிம வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம் (Book I)	... பி. டி. முனியப்பா ...	4	00
*219.	,, (Book II)	... ,, ...	4	25
*220.	பொது பௌதிக வேதியியல்—துணைப் பாடம்	... ஆர். துளசிதாஸ் ...	4	75
*221.	அறிமுறை வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம் (Book I)	... ஓ. ஆர். சூரியநாரயணன் ...	4	50
*222.	,, (Book II)	... ,, ...	3	75
*223.	செய்முறைக் கரிம வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம்	... என். ஆறுமுகம் ...	3	50
*224.	அங்கக வேதியியல்—துணைப்பாடம்	... பிஎல். இராமசாமி ...	5	00

No.	Title	Author	Rs.	P.
*225.	அங்கக வேதியியல்-1	எம். ஆட்கொண்டான்	3	00
*226.	கரிம வேதியியல்—பகுதி-1 (இரண்டாம் புத்தகம்)	திரு. கண்ணபிரான்	4	75
*227.	,, (மூன்றும் புத்தகம்)	,,	3	25
*228.	கரிம வேதியியல்—பகுதி-2 (முதல் புத்தகம்)	,,	5	75
*229.	,, (இரண்டாம் புத்தகம்)	,,	6	00

கணிதம் (Mathematics)

No.	Title	Author	Rs.	P.
*230.	இயற்கணிதம்—சிறப்புப் பாடம் (Book-I)	டி. கோவிந்தராஜன், கே. முத்துசாமி	4	25
*231.	,, (Book II)	,,	3	25
*232.	தொகுமுறை வரைகணிதம்—சிறப்புப் பாடம்	ஆர். மகாதேவன்	2	00
*233.	எண்சார் கணிதம்—சிறப்புப் பாடம்	எம். எம். இராமசாமி	5	50
*234.	திரிகோண கணிதம்—சிறப்புப் பாடம்	வி. அரங்கநாதன்	3	25
*235.	கணிதம்—துணைப்பாடம்	ஆர். அனுமந்தராவ்	6	00
*236.	நிலையியல்—சிறப்புப் பாடம்	கே. இராஜகோபாலன்	5	00
*237.	முப்பரிமாணப் பகுமுறை வடிவ கணிதம் சிறப்புப் பாடம்	கே. சிவசுப்பிரமணியன்	2	75
*238.	வெக்டர் கணிதமும் அதன் பயன்பாடுகளும்—சிறப்புப் பாடம்	ஆர். மகாதேவன்	2	00
*239.	கணிதம்—துணைப்பாடம்—பகுதி-2	ஆர். அய்யாசாமி	5	75
*240.	வானியல்—முதல் புத்தகம்—சிறப்புப் பாடம்	திரு. தி. கோவிந்தராசன், திரு. கொ. முத்துசாமி	5	50
*241.	,, (இரண்டாம் புத்தகம்)	,,	3	75

*மூல நூல் (Original Book)

			ரூ.	காசு
புள்ளியியல் (Statistics)				
*242.	புள்ளியியல்—துணைப் பாடம்	எஸ். கருப்பையா	3	50
விலங்கியல் (Zoology)				
*243.	முதுகெலும்பற்றவை-1—சிறப்புப் பாடம்	ஆர். முருகேசன்	11	50
*244.	,, 2 ,,	திருமதி எஸ். கே. வள்ளி	11	25
*245.	முதுகுநாணுள்ளவை-1—சிறப்புப் பாடம் (Book-I)	திருமதி ராணி கந்தசாமி	8	00
*246.	,, ,, (Book-II)	,,	9	75
*247.	முதுகுத்தண்டுள்ளவை-2—சிறப்புப் பாடம்	திருமதி கிருஷ்ணவேணி நாராயணன்	11	75
*248.	முதுகெலும்பிகளது கருவியல்—சிறப்புப் பாடம்	எஸ். ஆப்ரகாம்	9	00
*249.	முதுகெலும்பற்றவை—துணைப்பாடம்	என். இராமலிங்கம்	9	00
*250.	முதுகுநாணுள்ளவை—துணைப்பாடம்	வி. சேது	10	00
*251.	செல்லியல்—சிறப்புப் பாடம்	என். இராமலிங்கம்	5	50
*252.	மரபியல்—சிறப்புப் பாடம்	பெ. மா. அண்ணாமலை	5	25
*253.	சூழ்நிலையியல்—உடற் செயலியல்—I சிறப்புப் பாடம்	டி. ஆர். கிருஷ்ணன்	4	75
*254.	சூழ்நிலையியல்—உடற் செயலியல்—II சிறப்புப் பாடம்	,,	6	50
*255.	பரிணாமம்	எஸ். ஆப்ரகாம்	6	25
தாவரவியல் (Botany)				
*256.	தாவர வெளி உள்ளமைப்பியல்களும் வகைப்பாட்டியலும்—சிறப்புப் பாடம்	கே. இராஜசேகரன்	11	00

*மூல நூல் (Original Book)

